COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 31 MAI 1887.

PRÉSIDÉE PAR M. JANSSEN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Bouchard* pour remplir, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. *Paul Bert*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bouchard** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE. — *Sur la condition de stabilité du mouvement d'un système oscillant soumis à une liaison synchronique pendulaire*. Note de M. **A. Cornu**.

« Dans l'établissement de certains dispositifs de haute précision usités en Physique ou en Astronomie, on est conduit au problème suivant :

» *Rendre les oscillations d'un système mobile donné* (*balancier, lame vi-*

brante, galvanomètre, etc.) *exactement synchroniques avec un mouvement périodique également donné* (*battements d'une horloge, d'un relai,* etc.).

» Le système oscillant à *synchroniser* est, en général, un solide invariable soumis à l'action :

» 1° D'une force principale proportionnelle à l'écart;

» 2° D'une force perturbatrice proportionnelle à la vitesse;

» 3° D'une force additionnelle, constituant la *liaison synchronique*, dont l'intensité est périodique et que, pour simplifier, nous supposerons indépendante de la position du système.

» L'équation différentielle du mouvement est

$$(1) \qquad \mu \frac{d^2\theta}{dt^2} + q\frac{d\theta}{dt} + r\theta = F,$$

θ représentant l'écart angulaire du système; μ le moment d'inertie; q et r les moments des deux premières forces correspondant à l'unité de vitesse angulaire et d'écart; F le moment de la liaison synchronique fonction du temps seulement.

» L'intégrale générale de cette équation, expression du mouvement cherché, se compose de la somme de deux termes

$$(2) \qquad \theta = \mathcal{A} e^{-\alpha t} \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \varphi\right) + \mathcal{F}, \qquad \left\{ \begin{aligned} \alpha &= -\frac{q}{2\mu}, \\ \frac{2\pi}{T} &= \sqrt{\frac{r}{\mu} - \left(\frac{q}{2\mu}\right)^2}. \end{aligned} \right.$$

» Le premier terme, solution de l'équation (1) sans second membre ($\mathcal{A}$ et φ étant les deux constantes arbitraires de l'intégration), représente une oscillation dont l'amplitude *s'amortit* avec le temps; le second, $\mathcal{F}$, est une solution particulière de l'équation complète. Le mouvement définitif est donc la superposition de l'*oscillation amortie* que le système prendrait si la liaison synchronique n'existait pas et d'un mouvement qui dépend de la loi qui lie l'intensité de la force synchronisante avec le temps.

» Le problème proposé consiste à chercher s'il est possible de faire coïncider ce mouvement résultant avec une fonction périodique $\mathcal{F}$ dont la période Θ est différente de la période T de l'oscillation propre du système.

» La présence du premier terme, représentant l'oscillation amortie de période T, montre que cette coïncidence n'est possible qu'après un temps suffisamment long, lorsque l'exponentielle négative est devenue sensiblement nulle; mais qu'après cet intervalle le mouvement du système peut

être identifié avec un mouvement quelconque $\mathcal{F}$ de période θ compatible avec la condition de vérifier l'équation (1). D'où l'on conclut :

» *Pour qu'un système oscillant puisse être synchronisé, il faut et il suffit que le mouvement libre du système soit une oscillation amortie : le régime stable est d'autant plus rapidement atteint que l'amortissement est plus grand.*

» *Cas d'une force périodique suivant la loi pendulaire simple.* — Parmi les mouvements périodiques qu'on peut se proposer d'imposer au système oscillant, le plus simple au point de vue de la théorie aussi bien que de la convenance expérimentale, est le mouvement *pendulaire simple* ou *oscillation non amortie.* Cherchons donc à quelles conditions doit satisfaire la liaison synchronique F pour donner au système oscillant un régime stable représenté par la fonction circulaire

$$(3)\qquad \mathcal{F} = \mathcal{A}\sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \psi\right).$$

» Il suffit de substituer dans l'équation (1) $\theta = \mathcal{F}$; on en déduit

$$(4)\qquad F = \mathcal{A}\left[\left(r - \mu\frac{4\pi^2}{\theta^2}\right)\sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \psi\right) + \frac{2\pi}{\theta}q\cos 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \psi\right)\right] = B\sin 2\pi\left(\frac{t}{\theta} - \Phi\right).$$

» La force synchronisante est donc aussi une fonction circulaire du temps caractérisée par une amplitude B et une phase Φ qu'on détermine par une identification facile ; on trouve ainsi

$$(5)\qquad B = \mathcal{A}\sqrt{\left(r - \mu\frac{4\pi^2}{\theta^2}\right)^2 + \frac{4\pi^2}{\theta^2}q^2} = \mathcal{A}\mu\sqrt{\left[\alpha^2 + 4\pi^2\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{\theta^2}\right)\right]^2 + 4\alpha^2\frac{4\pi^2}{\theta^2}},$$

$$(6)\qquad \operatorname{tang} 2\pi(\Phi - \psi) = \frac{-\frac{2\pi}{\theta}q}{r - \mu\frac{4\pi^2}{\theta^2}} = \frac{2\alpha\frac{2\pi}{\theta}}{\alpha^2 + 4\pi^2\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{\theta^2}\right)}.$$

» Ces expressions permettent de conclure les paramètres B, Φ de la force synchronisante en fonction de ceux du mouvement $\mathcal{A}$, ψ, ou inversement. La formule (6) montre que $(\Phi - \psi)$ ne peut être nulle que si le coefficient d'amortissement α est égal à zéro ; d'où l'on conclut :

» *Lorsque la force synchronisante et le mouvement synchronisé sont représentés par la loi pendulaire simple, il existe toujours une différence de phase entre la force et le mouvement : cette différence de phase, conséquence de l'amortissement, correspond toujours à un retard du mouvement synchronisé.*

» *Cas d'une force périodique quelconque.* — On peut, sans calcul nouveau, obtenir le mouvement, en régime stable, dû à une force variable quelconque F dont la période est Θ. On sait que l'expression de cette force en fonction du temps est, en général, développable par la série de Fourier et peut être mise sous la forme

$$(7)\quad F = B_1 \sin 2\pi\left(\frac{t}{\Theta} - \Phi_1\right) + B_2 \sin 2\pi\left(\frac{2t}{\Theta} - \Phi_2\right) + \ldots + B_n \sin 2\pi\left(\frac{nt}{\Theta} - \Phi_n\right) + \ldots$$

Le second membre F de l'équation différentielle (1) se composera donc d'une somme de termes ayant la même forme que ci-dessus : le terme F de l'intégrale générale sera la somme de termes $\mathcal{F}_1, \mathcal{F}_2, \ldots, \mathcal{F}_n$ assujettis seulement à vérifier individuellement l'équation (1); des expressions (5) et (6) on déduira donc aisément les paramètres du terme général en y changeant B en B_n, $\mathcal{B}$ en $\mathcal{B}_n$, Φ en Φ_n et Θ en $\frac{\Theta}{n}$.

» On voit alors que chaque terme périodique de la force produit un effet périodique correspondant sur l'amplitude et la phase du mouvement résultant, mais que cet effet va en décroissant rapidement avec l'ordre n, car les termes successifs contiennent n^2 ou n^4 au dénominateur : cette circonstance permet, dans diverses applications, de réduire la série à ses premiers termes ou d'utiliser les développements peu convergents représentant certaines fonctions discontinues.

» *Vérification expérimentale des résultats précédents.* — Il importe de vérifier entre des limites aussi étendues que possible les résultats ci-dessus, particulièrement en ce qui concerne l'influence de l'amortissement sur l'établissement du régime stable, sur la phase et l'amplitude du mouvement définitif : on y parvient en utilisant les phénomènes d'induction.

» Si l'on ferme le circuit d'un galvanomètre par un solénoïde au voisinage duquel oscille un aimant, on réalise toutes les conditions étudiées ci-dessus : on retrouve en effet le système oscillant (aimant mobile, dans un cadre fixe ou cadre mobile devant un aimant fixe) soumis aux trois forces précitées : couple principal proportionnel à l'écart (action terrestre ou torsion), couple d'amortissement (réactions électromagnétiques du cadre et de l'aimant) et liaison synchronique constituée par l'action du courant induit dans le solénoïde.

» Pour faire les vérifications dans les conditions les plus concluantes, on construit un galvanomètre du type Deprez-d'Arsonval, dont le cadre très léger, suspendu à un fil de torsion assez gros, présente une période d'os-

cillation à circuit ouvert d'environ $\frac{1}{7}$ de seconde : ce galvanomètre, fermé en court circuit, possède un coefficient d'amortissement considérable; mais, lorsqu'on introduit dans le circuit des résistances croissantes, le coefficient d'amortissement diminue de plus en plus : on démontre qu'il varie sensiblement en raison inverse de la résistance totale du circuit ([1]).

» L'aimant inducteur est fixé transversalement à une lame vibrante munie de curseurs pouvant faire varier la période d'oscillation entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{2}$ seconde. Le solénoïde induit est formé d'une torsade de dix fils isolés identiques, ayant chacun une résistance égale à celle du galvanomètre : cinq d'entre eux sont réunis en *quantité* (circuit C_1) et cinq en *tension* (circuit C_2).

» Il s'agit de comparer le mouvement du cadre du galvanomètre avec la force périodique qui le sollicite, c'est-à-dire avec l'intensité du courant induit, et de vérifier si les lois mathématiques exprimées ci-dessus s'appliquent exactement. Une telle vérification serait assez complexe si l'on voulait déterminer séparément ces deux éléments en fonction du temps : elle devient, au contraire, intuitive si l'on a recours à la *composition optique* des oscillations de l'aimant et du galvanomètre. A cet effet, la lame vibrante, qui est verticale, porte un bras horizontal muni d'une petite boule d'acier

---

([1]) Soit c le couple de torsion du cadre, q' le coefficient de la résistance de l'air et i l'intensité du courant qui parcourt le cadre (n tours, s aire moyenne, f intensité du champ magnétique), on a, pour l'équation différentielle du mouvement du cadre,

$$\mu \frac{d^2\theta}{dt} + q' \frac{d\theta}{dt} + c\theta = fnsi \qquad \text{avec} \qquad i = \frac{\Sigma E}{R},$$

R étant la résistance *totale* du circuit. La somme des forces électromotrices ΣE se compose de $F(t)$ développée par l'aimant dans le solénoïde, $-fsn\frac{d\theta}{dt}$ développée par le déplacement du cadre, et $-L\frac{di}{dt}$ par l'induction des spires sur elles-mêmes; d'où

$$Ri = F(t) - fsn\frac{d\theta}{dt} - L\frac{di}{dt};$$

comme on peut négliger le coefficient L de self-induction du système, l'élimination de i est immédiate et l'on trouve

$$\mu\frac{d^2\theta}{dt^2} + \left(q' + \frac{f^2s^2n^2}{R}\right)\frac{d\theta}{dt} + c\theta = \frac{fsn}{R}F(t).$$

Le coefficient d'amortissement du galvanomètre est donc représenté par

$$\alpha = -\frac{1}{2\mu}\left(q' + \frac{f^2s^2n^2}{R}\right).$$

poli; le point brillant qui s'y forme oscille pendulairement suivant une petite ligne verticale; avec une loupe on en observe l'image réelle, réfléchie sur le miroir concave du galvanomètre; on obtient ainsi une ligne lumineuse dont chaque point a pour abscisse verticale le mouvement pendulaire de l'aimant, et pour ordonnée horizontale la déviation du galvanomètre. Le choix de la durée d'oscillation, voisin de $\frac{1}{7}$ de seconde, permet une persistance visuelle suffisante pour donner l'impression d'une ligne continue sans empêcher cependant de reconnaître le sens de la description de la courbe. Voici les principales expériences qu'on peut faire avec ces deux appareils et une boîte de résistances auxiliaires :

» 1° *Influence de la grandeur de l'amortissement sur la durée du régime variable.* — On ferme le circuit du galvanomètre par l'un des circuits du solénoïde, de préférence par celui dont la résistance est le plus faible (circuit C_1), et l'on met l'aimant en oscillation : l'image atteint presque aussitôt une figure permanente ; le régime variable ne dure donc que quelques instants, et le régime stable persiste ensuite indéfiniment.

» Les périodes d'oscillation de l'aimant et du galvanomètre n'ont pas besoin d'être très voisines ; elles peuvent différer de 10, 20 pour 100 et même davantage, sans que la synchronisation cesse d'avoir lieu rapidement, grâce à la grandeur du coefficient d'amortissement du galvanomètre fermé sur une faible résistance.

» Si l'on introduit progressivement dans le circuit des résistances auxiliaires, la durée du régime variable augmente parce que l'amortissement diminue (en raison inverse de la résistance totale), mais le régime stable finit toujours par s'établir. Cependant, avec les grandes résistances, la durée du régime variable serait si longue qu'il deviendrait nécessaire, pour en observer la fin, d'entretenir les oscillations de la lame vibrante.

» 2° *Forme de la courbe : cas de l'ellipse.* — La forme de la courbe dépend de la distribution magnétique de l'aimant et des trajectoires de ses points : on obtient des courbes particulières avec un aimant gros et court. Mais avec une aiguille mince et longue, dont l'extrémité décrit un élément d'axe du solénoïde, on obtient, comme dans les expériences de Lissajous, une ellipse parfaitement régulière; on peut même la transformer sensiblement en un cercle en réglant l'intensité magnétique de l'aiguille ou la longueur du bras qui porte le point brillant.

» Ce résultat est une vérification des lois précédentes : on sait, en effet, que la force électromotrice d'induction, et par suite l'intensité dans le circuit, sont proportionnelles à la vitesse du pôle d'aimant qui se dé-

place axialement dans l'intérieur d'un solénoïde suffisamment long. Le déplacement du pôle étant pendulaire, l'intensité du courant ou la force synchronisante, proportionnelle à la dérivée du déplacement par rapport au temps, suit donc aussi la loi pendulaire simple, mais avec un quart de période comme différence de phase inhérente aux arguments de la fonction circulaire et de sa dérivée. La forme elliptique de la courbe prouve que, conformément aux résultats ci-dessus, le déplacement du système synchronisé suit la même loi pendulaire que la force synchronisante.

» 3° *Influence de la grandeur de l'amortissement sur la différence de phase. Deux cas extrêmes.* — La discussion de l'expression de $\Phi - \psi$ (6) montre que la variation du coefficient d'amortissement α agira d'une manière différente suivant la grandeur relative de α^2 et de $4\pi^2\left(\frac{1}{T^2} - \frac{1}{\theta^2}\right)$. On peut donc distinguer deux cas extrêmes.

» *a*. La différence des périodes est grande : α devient négligeable devant l'autre terme, α n'intervient plus qu'au numérateur, et alors la différence de phase varie dans le même sens que l'amortissement. L'expérience montre en effet que, si l'on supprime progressivement les résistances auxiliaires du circuit, l'ellipse s'incline de plus en plus sur la diagonale du rectangle circonscrit. L'effet devient très démonstratif si, par un artifice convenable, on rend constant le rectangle circonscrit; on y parvient en augmentant la force électromotrice proportionnellement à la résistance totale du circuit : l'intensité du courant n'est pas modifiée, mais α varie en raison inverse de la résistance. C'est dans ce but que les deux circuits C_1 et C_2 du solénoïde ont été préparés : si, pendant l'oscillation de l'aimant, on substitue, par le jeu d'un commutateur, l'un des circuits à l'autre, on voit l'ellipse, presque verticale dans le cas du circuit en tension C_2, s'incliner sur la diagonale avec le circuit en quantité C_1.

» *b*. Si, au contraire, les deux périodes sont très voisines, c'est le terme en α^2 qui prend l'importance au dénominateur, ce qui tend à renverser son influence, car α est en facteur au numérateur. Aussi, contrairement au cas précédent, c'est avec les grandes résistances que l'ellipse s'incline le plus sur la diagonale du rectangle. Toutefois, le phénomène est moins simple, parce que l'amplitude B du galvanomètre (côté horizontal du rectangle) grandit beaucoup, ainsi qu'on le voit à l'inspection de (5).

» 4° *Influence de la différence des périodes sur la différence de phase.* — Lorsque l'amortissement est faible, la différence de phase (6) est petite : mais on peut accroître cette différence en faisant varier convenablement

la différence des périodes : l'expression $\tan 2\pi(\Phi - \psi)$ devient même infinie pour une valeur de T voisine de Θ, ce qui rend la différence de phase égale à $\frac{1}{4}$, laquelle, ajoutée à la fraction $\frac{1}{4}$, inhérente au dispositif, produit $\frac{1}{2}$. L'ellipse se réduit alors à une diagonale du rectangle.

» L'expérience vérifie de tout point ces conclusions; il suffit, toutes choses égales d'ailleurs, de faire marcher le curseur progressivement dans le même sens : l'ellipse stable s'aplatit de plus en plus, devient une droite et reparaît au delà, mais avec un sens de description inverse. »

CHIMIE. — *Sur quelques alliages cristallisés des métaux du platine et de l'étain*. Note de M. **H. Debray**.

« Il y a plus de trente ans, à l'origine de nos recherches sur les métaux du platine, nous avons, H. Sainte-Claire Deville et moi, montré que l'étain pouvait s'unir aux métaux du platine, et donner avec eux des alliages cristallisés.

» A cette époque, la préparation des métaux purs autres que le platine était impossible, et nous ignorions un fait, que j'ai constaté depuis, à savoir que ces alliages cristallisés s'altèrent profondément au contact prolongé des acides. Enfin la méthode d'analyse dont nous faisions usage alors laissait à désirer (1). Pour toutes ces raisons, il m'a paru utile de reprendre l'étude de ces composés en partant de matières pures et en employant de meilleures méthodes d'analyse.

» On fond dans un creuset de porcelaine les métaux du platine, amenés à l'état de poudre métallique, avec vingt, trente et même cinquante fois leurs poids d'étain de Banca, qui est parfaitement pur. La combinaison a lieu avec dégagement de chaleur et l'on traite le culot, refroidi lentement, par l'acide chlorhydrique concentré ou étendu, suivant le cas.

» *Alliage de platine et d'étain*. — On ne peut l'obtenir que par l'action d'un acide très étendu sur un alliage contenant 2 pour 100 de platine environ. Le culot se dissout peu à peu et sa surface se hérisse de lamelles brillantes que l'on détache facilement de la masse non attaquée, en les touchant avec une baguette de verre. Si l'on attaque par l'acide étendu un

(1) Nous nous servions d'un courant de gaz sulfhydrique dans lequel était chauffé l'alliage. L'étain se volatilisait à l'état de protosulfure, mais cette volatilisation est incomplète, surtout avec l'iridium et le rhodium.

alliage à 10 pour 100 de platine, on voit apparaître dans le culot de larges facettes, qui ressemblent à des faces de clivage, mais il est impossible de les séparer du reste du culot, parce que l'action de l'acide s'arrête et que, si l'on emploie de l'acide plus concentré ou si l'on chauffe, on obtient des lamelles ou des écailles noirâtres de composition variable, résultant de l'altération de l'alliage défini. Il faut arriver à 50 parties d'étain pour 1 partie de platine, pour avoir des cristaux faciles à enlever; mais, même dans ce cas, l'attaque du culot n'est pas complète. Il reste toujours une masse que l'acide étendu n'attaque plus à froid et dont on ne peut retirer, soit à chaud, soit par l'acide concentré, qu'un des produits de l'altération du véritable alliage.

» La composition des lamelles brillantes répond à la formule $PtSn^4$:

	Trouvé.		Calculé.
Platine	29,0	29,5	29,6
Étain..............	71,0	70,5	70,4

» On a déterminé cette composition, en chauffant l'alliage au rouge vif, dans un courant d'acide chlorhydrique. La matière est contenue dans une nacelle de porcelaine. L'étain se volatilise à l'état de chlorure d'étain, et le platine reste à l'état de masse agglomérée d'un bel éclat métallique. Il est nécessaire de chauffer fortement pour enlever tout l'étain; mais il est facile de vérifier si le platine en contient encore, en dissolvant le métal de l'analyse dans l'eau régale et précipitant le platine à l'état de jaune de platine dans une solution concentrée de chlorhydrate d'ammoniaque.

» On peut encore attaquer l'alliage pulvérisé et mélangé de deux fois son poids de sel marin par le chlore sec. L'opération se fait dans un tube de verre chauffé vers le rouge. L'attaque de l'alliage est très vive; elle donne du bichlorure d'étain très volatil et un chlorure double de platine et de sodium soluble dans l'eau, où l'on dose facilement le platine.

» C'est par ces deux méthodes, l'emploi de l'acide chlorhydrique gazeux ou du chlore en présence du sel marin, qu'ont été faites les analyses des alliages de l'étain avec le rhodium, l'iridium et le ruthénium, dont il me reste à parler.

» *Alliage de rhodium.* — Comme il est inaltérable à froid, par l'acide chlorhydrique concentré, du moins quand le contact ne se prolonge pas trop, on l'obtient facilement en petits cristaux brillants, doués d'un bel éclat métallique, quand on laisse en contact, pendant douze à quinze

heures, un culot à 3 pour 100 de rhodium avec de l'acide chlorhydrique légèrement étendu, à une température voisine de 0°.

» Sa composition répond à la formule $RhSn^3$.

	Calculé.	Trouvé.	
Rhodium	22,3	22	22
Étain	77,7	78	78

» *Alliage d'iridium.* — Se prépare comme celui du rhodium, avec un alliage à 6 pour 100 d'iridium. Il est également en petits cristaux qui sont probablement des octaèdres réguliers répondant à la formule $IrSn^3$.

	Calculé.	Trouvé.	
Iridium	35,9	36,30	35,8
Étain	64,1	64,0	64,2

» *Alliage de ruthénium* $RuSn^3$. — C'est le plus beau des alliages de l'étain et des métaux du platine. On l'obtient en belles trémies en fondant du ruthénium avec 10 fois son poids d'étain. Le culot, lentement refroidi, est attaqué par de l'acide chlorhydrique étendu de son volume d'eau. L'étain se dissout lentement et laisse apparaître les trémies de l'alliage incrustées dans le culot.

» L'osmium, on le sait, ne donne pas d'alliage avec l'étain : il cristallise dans ce métal. »

ZOOLOGIE. — *Progrès du laboratoire Arago.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« L'Académie, en plus d'une circonstance, a bien voulu donner des marques d'intérêt aux efforts que je fais pour étendre les études zoologiques. En particulier, elle s'est associée efficacement au développement de l'une des deux stations maritimes que j'ai créées et qui, aujourd'hui, est aussi florissante qu'on puisse le désirer. Aussi je lui demande la permission, en arrivant du laboratoire Arago, de lui rendre compte des dernières améliorations que je viens d'apporter à l'organisation de la station de Banyuls.

» Dans une séance du commencement de l'année, j'avais dit que je partais pour aller installer une machine à vapeur destinée à fournir l'eau nécessaire à l'entretien de l'aquarium, et que peut-être j'irais jusqu'à la

lumière électrique. Mais il s'agissait alors pour se décider de résoudre une question d'argent.

» Aujourd'hui les deux choses sont faites.

» Une machine à vapeur fixe horizontale de 7^{chx} actionne une pompe rotative Dumont qui lance à 15^{m} de hauteur, sur le monticule situé à l'est de l'établissement, une colonne d'eau de 75^{mm} de diamètre, fournissant 25^{mc} à l'heure, ce qui permet, en cinq ou six heures, de remplir la citerne ayant 125^{mc}.

» L'alimentation des bacs de l'aquarium est donc aujourd'hui constamment assurée, et je n'ai plus à redouter les inégalités d'action d'un moulin automoteur qui devait déjouer les tempêtes et qui, après m'avoir causé de grandes dépenses en réparations, a piteusement fini dans un coup de vent ordinaire du mistral.

» Enfin, une nouvelle prise d'eau, effectuée dans un puisard que M. Cutzac, ingénieur des Ponts et Chaussées à Perpignan, a fait creuser au milieu des rochers sous-marins et protéger contre les lames, fournit à l'alimentation de la pompe une eau de la plus parfaite pureté.

» Je ne saurais trop remercier M. Liébaut, membre de la Société nationale d'Agriculture, ingénieur de la maison de construction de MM. Weyher et Richemond. Ces messieurs ont si bien étudié l'aménagement qui m'était nécessaire que tout marche parfaitement. Ils m'ont fait surtout des conditions d'acquisition telles que j'ai pu aborder l'installation de la lumière électrique.

» Pendant que la pompe marche et refoule l'eau dans la citerne, une dynamo Edison est actionnée, et il est possible de charger trente accumulateurs ou bien d'éclairer directement dix cabinets de travail, la bibliothèque au premier étage et l'aquarium au rez-de-chaussée.

» La dynamo peut faire fonctionner 25 lampes de 10 volts, et la marche de la machine à vapeur est à ce point bien réglée que les lampes n'éprouvent pas la moindre oscillation, bien que les courants leur arrivent directement sans passer par les accumulateurs pris souvent comme régulateurs.

» Une lampe de plongeur nous permet d'éclairer l'intérieur des bacs et d'observer les impressions différentes que fait la lumière sur des animaux divers.

» En emportant en mer une batterie suffisante et suffisamment chargée d'accumulateurs, nos jeunes scaphandriers pourront mieux chercher dans les grottes sous-marines.

» Mercredi dernier, à la nuit, j'avais fait éclairer par 12 lampes l'aquarium et le bassin central avec jet d'eau par la lampe sous-marine. La lumière a été telle que des vues photographiques de la salle ont pu être prises et très bien réussies.

» Pour l'hiver, et la station de Banyuls, on le sait, est surtout une station d'hiver, cette condition d'éclairage est une amélioration considérable. Les crépuscules sont en effet de très courte durée à Banyuls. La cime des Pyrénées s'élève haute et abrupte au couchant du laboratoire et, dès que le soleil disparaît derrière les Albères, la lumière décroît très rapidement et devient tout à fait insuffisante pour le travail dès 3^h à 3^h30^m. Aussi, quand chaque travailleur n'aura qu'à toucher un bouton pour allumer la lampe à incandescence de son cabinet de travail, il reconnaîtra bien vite combien est grande l'amélioration qui vient d'être apportée à l'organisation du laboratoire Arago.

» Le département des Pyrénées-Orientales m'est venu en aide dans cette circonstance, et je dois adresser tous mes remerciements au Conseil général qui a accueilli aussi favorablement ma demande de fonds.

» Il manque bien encore quelques parties pour que l'installation soit aussi complète que possible. Ainsi le magasin aux apparaux, où nous plaçions nos filets, nos engins divers, est devenu salle des machines et est occupé presque entièrement par elles; il faudra bien en construire un nouveau. Il me manque aussi un ampèremètre, des lampes de plus de volts, une lampe à arcs avec puissants réflecteurs, etc.; mais je ne doute pas que, après avoir obtenu en trois mois les fonds nécessaires à l'établissement de ce que j'appellerai le *gros œuvre de l'installation électrique*, je ne trouve des amis de la Science assez dévoués pour me donner ce qui sera nécessaire afin de compléter les appareils dans quelques détails.

» En signalant à l'Académie la disposition nouvelle et éminemment favorable aux études que présente aujourd'hui l'aménagement du laboratoire Arago, mon but est double. Je veux d'abord remercier tous ceux qui ont contribué à ces améliorations importantes, mais je tiens aussi beaucoup à prendre date.

» Il est des aquariums qui appellent un public, soit savant, soit profane mais payant, et qui ont une grande renommée; néanmoins, ils ne sont pas encore éclairés par la lumière électrique, et, si l'on dit souvent qu'en France nous sommes en arrière, que nous n'avons pas les choses nécessaires au travail scientifique, dans le cas actuel on ne pourra pas du moins nous taxer de retardataires : car je ne crois pas qu'il y ait encore beaucoup de

stations zoologiques marines, si même il en existe, qui soient dotées de l'éclairage électrique; les plus connues ne le sont pas, et je sais telle station étrangère fort en vue qui se préoccupe de savoir quels avantages seront obtenus par l'installation qui vient d'être effectuée à Banyuls.

» Un savant zoologiste russe, qui plusieurs années de suite a travaillé au laboratoire de Roscoff, était parmi nous il y a huit jours à peine; il était venu pour connaître les conditions de travail réunies au laboratoire de Banyuls. J'ai même eu le plaisir de lui présenter l'allumette qui, pour la première fois, allait mettre le feu sous la chaudière et actionner les machines. J'ai voulu, en agissant ainsi, qu'il pût rapporter dans son pays, ou dans ceux qu'il traversera, un souvenir et cette impression que nous avons conservé toute notre ardeur pour les progrès et tout notre amour pour la Science.

» En visitant l'aquarium, où pendant le mois d'avril dernier j'ai encore construit des cuves de cristal montées sur de belles et grandes tables de marbre noir, mon ami et collègue étranger a pu lire les noms des divers donateurs inscrits sur chacun des instruments de travail donnés; et, comme il s'étonnait du nombre et de la situation des personnes généreuses qui ont enrichi la station, je le faisais monter dans la bibliothèque, où il trouvait des dons non moins importants et les noms de ceux qui les avaient faits imprimés en lettres d'or au dos des volumes.

» M. de Korotneff a pu constater ainsi, et je n'ai pas besoin d'insister sur le plaisir que j'avais à le lui faire remarquer, que les dernières améliorations dans la bibliothèque et dans le reste de l'établissement, comme je viens de le dire, étaient dues à l'initiative privée et, par cela même, restaient tout à fait en dehors de l'action administrative. Aussi emporte-t-il cette conviction qu'il reste encore parmi nous bien des personnes animées de ce feu sacré qui a toujours poussé notre pays dans la voie du progrès. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la transmissibilité de la radiation solaire par l'atmosphère terrestre*. Note de M. A. Crova.

« Dans mes précédentes recherches ([1]), j'avais adopté pour le calcul de la transmissibilité T par l'atmosphère et de la constante solaire Q les

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1205. — *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XI, p. 443, et t. XIX, p. 167.

formules suivantes

$$\text{stang} = c + mx, \qquad T = e^{\frac{1}{c+mx}}, \qquad y = \frac{Q}{(1+ax)b},$$

qui donnent les intensités calorifiques y en fonction des épaisseurs atmosphériques x; c et m sont deux constantes numériques qui donnent la sous-tangente de la courbe; $a = \frac{m}{c}$ et $b = \frac{1}{m}$ deux facteurs qui servent à calculer la constante solaire Q.

» L'emploi de ces formules était justifié par la proportionnalité observée des sous-tangentes aux abscisses, qui exclut la formule exponentielle adoptée par Pouillet, et par leur accord avec l'observation.

» Mais l'on pourrait objecter que les constantes c, m, a et b n'ont pas de signification physique; et ces formules exigent des calculs assez longs.

» La discussion des courbes données par mon enregistreur m'a porté à chercher si, tout en conservant mes formules, il ne serait pas possible de les simplifier sans diminuer leur exactitude, de réduire le nombre des constantes et d'établir leur signification.

» En comparant les valeurs des constantes a et b dans les formules précédemment obtenues, j'ai vu qu'elles ne suivent aucune loi définie; elles peuvent varier entre certaines limites sans altérer sensiblement la concordance des résultats observés et calculés, la diminution de l'une pouvant être partiellement compensée par un accroissement convenable de l'autre; enfin, la plupart des valeurs de a oscillent de part et d'autre de l'unité. J'ai cherché si, en faisant $c = m$, ce qui donne $a = 1$, les formules s'accorderaient aussi bien avec l'observation. En posant

$$\frac{1}{c} = p, \qquad y = \frac{Q}{(1+x)^p},$$

on a

$$\text{stang} = c(1+x), \qquad T = e^{\frac{1}{c(1+x)}} = e^{\frac{p}{1+x}},$$

équation d'une courbe hyperbolique qui a pour asymptote l'axe des x et pour ordonnée à l'origine la constante solaire.

» Les constantes sont ainsi réduites à deux : l'une Q, qui est la constante solaire; l'autre p, qui est liée à la valeur de la transmissibilité par la formule

$$p = (1+x)\text{L.T}.$$

» La transmissibilité s'obtient par cette considération que la courbe n'est pas une exponentielle, mais qu'elle peut être considérée comme le

lieu géométrique des intersections d'une série d'exponentielles correspondant à des valeurs de T croissant avec x

$$\text{stang} = \frac{y}{\frac{\partial y}{\partial x}} = -\frac{1}{\text{L.T}}, \qquad \text{d'où} \qquad \log \text{T} = -\frac{\text{M}}{\text{stang}}.$$

» En différentiant l'équation

$$y = \frac{\text{Q}}{(1+x)^p},$$

on obtient

$$\frac{\frac{\partial y}{\partial x}}{y} = \frac{p}{x+1} \qquad \text{et} \qquad \text{L.T} = -\frac{p}{x+1}.$$

» Aux limites de l'atmosphère,

$$x = 0, \qquad y = \text{Q}, \qquad \text{L.T}_0 = -p.$$

» La transmissibilité initiale T_0, quand la radiation pénètre dans la première couche atmosphérique, est donc

$$\text{T}_0 = e^{-p};$$

elle augmente avec x suivant les ordonnées d'une logarithmique; pour une épaisseur traversée $= x$, elle est

$$\text{T} = e^{-\frac{p}{1+x}},$$

et tend asymptotiquement vers l'unité quand x tend vers l'infini.

» Pour calculer p et Q, je passe des courbes horaires des calories aux courbes donnant y en fonction de x, au moyen de la formule de Laplace, quand la hauteur du Soleil est inférieure à 25° et, pour plus de simplicité, au moyen de la formule des sécantes au-dessus de 25°; dans ce dernier cas, on sait que les deux formules donnent les mêmes résultats (¹). Je mesure sur cette courbe les valeurs de y correspondant à des valeurs de $x = 1, 2, 3, 4, \ldots$; p s'obtient au moyen d'un couple de deux observations; sa valeur est

$$p = \frac{\log \frac{y}{y'}}{\log \frac{1+x'}{1+x}}.$$

(¹) Contrairement à ce que j'ai bien spécifié dans mes premières recherches déjà citées, M. Frölich dit (*Wiedemann Annalen*, neue Folge, Bd. XXX, p. 590; 1887)

» En calculant les valeurs de p au moyen de couples de valeurs consécutives de x, 1 et 2, 2 et 3, ..., pour un grand nombre de courbes, je suis arrivé aux résultats suivants :

» 1° Il peut arriver que les valeurs successives de p s'écartent peu de part et d'autre d'une valeur moyenne, sans qu'il y ait une loi de variation; dans ce cas, qui est très rare du reste, on est certain que la constitution de l'atmosphère n'a pas sensiblement varié pendant la journée, que la courbe horaire est symétrique et la courbe définitive exactement calculable.

» 2° Les valeurs de p vont en augmentant ou en diminuant d'une manière continue; dans ce cas, la formule ne permet pas de calculer la courbe; le pouvoir absorbant varie avec le temps d'une manière continue et la notion d'unité d'épaisseur ou de masse atmosphérique ne répond plus à aucune valeur fixe.

» 3° Enfin, p varie brusquement et d'une manière considérable; on se trouve alors en présence de journées pendant lesquelles l'atmosphère, quoique sans nuages apparents, varie rapidement de constitution et possède des pouvoirs absorbants très différents aux diverses heures de la journée.

» Le calcul de p est facile et permet de juger immédiatement si une courbe peut être calculée; la construction graphique de la sous-tangente, plus difficile et moins certaine, conduit du reste aux mêmes résultats.

» Voici les valeurs des deux constantes pour quelques journées de 1886. Sur 230 courbes enregistrées, je n'en ai trouvé que 8 calculables, approximativement symétriques ([1]).

Dates.	Q.	p.	T_0.
8 mars	1,979	0,516	0,595
11 mars	1,886	0,692	0,498
9 septembre	1,865	0,700	0,496
22 novembre	2,433	0,536	0,535
23 novembre	2,703	0,602	0,546
24 novembre	1,964	0,551	0,575
27 novembre	2,624	0,643	0,523
26 novembre	2,349	0,560	0,570
		Moyenne	0,546

« que je suis tombé dans l'erreur qui consisterait à employer la loi des sécantes dans mes recherches ».

([1]) Les valeurs les plus élevées de Q ont été obtenues du 22 au 27 novembre, période caractérisée par un abaissement assez rapide de température précédé de quelques

» Il est à remarquer que les valeurs de la constante solaire varient entre des limites assez étendues; selon le pouvoir absorbant de l'atmosphère, un plus ou moins grand nombre de radiations simples sont, en effet, entièrement éteintes avant d'arriver à la surface du sol; les journées les plus froides et les plus sèches donnent les plus grandes valeurs de Q.

» On ne doit pas confondre le coefficient de transmissibilité T avec le coefficient de transmission à travers une épaisseur atmosphérique; ce dernier coefficient est, en effet,

$$t = \frac{y'}{y} = \left(\frac{1+x}{1+x'}\right)^p,$$

lorsque $x' = x + 1$.

» Pour une valeur moyenne de $p = 0,576$, on obtient

$x =$	0	1	2	3	4
T =	0,5621	0,7498	0,8245	0,8559	0,8912

Moyennes de T...	0,6559	0,7871	0,8402	0,8375
» t...	0,6709	0,7935	0,8473	0,8793

» Les valeurs de t sont toujours supérieures aux moyennes de T.

» Les courbes ont été tracées en construisant l'enveloppe des points supérieurs de retour; il n'est donc pas étonnant que nous obtenions des valeurs de Q supérieures à celles que donnent les actinomètres à observations intermittentes, qui généralement ne peuvent saisir ces maxima. On voit que les valeurs maxima de cette constante tendent à se rapprocher de 3^{Cal}, nombre obtenu par M. Langley. Il est probable qu'à des altitudes un peu considérables on atteindrait facilement cette valeur.

» Pendant toute l'année, on observe que, même pour les journées très approximativement symétriques, les ordonnées de la courbe des calories en fonction des épaisseurs ont une tendance à être trop petites et à donner des valeurs un peu trop faibles de p dans la partie qui correspond aux observations voisines de midi; cela tient à la dépression de midi que j'ai déjà signalée ([1]) et qui se manifeste même par les plus belles journées; il est utile de tenir compte de cette circonstance perturbatrice en rectifiant la courbe horaire à ce point.

---

gelées blanches et par une pression atmosphérique sensiblement constante et assez élevée, comme on peut le constater sur les graphiques que nous avons publiés dans le *Bulletin météorologique de l'Hérault* (1866).

([1]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 962.

» Enfin, nous ferons remarquer que les valeurs de p, et par suite celles de T, sont indépendantes de Q; elles sont donc les mêmes, que la courbe soit étalonnée ou rapportée à une échelle arbitraire. Les valeurs de p sont caractéristiques de l'absorption atmosphérique, et leur constance ou leurs variations donnent une idée très nette de la transparence calorifique de l'atmosphère à diverses époques. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rhizome fossilisé du* Nymphæa Dumasii *Sap.;* par M. G. DE SAPORTA.

« Une découverte récente de M. Lombard-Dumas est venue me faire connaître le rhizome ou tige rampante d'un *Nymphæa* tertiaire, dont j'avais décrit les feuilles sous le nom de *N. Dumasii*, dans mon Mémoire intitulé *Les organismes problématiques des anciennes mers* (¹). Ces feuilles, dont la conservation ne laisse rien à désirer, sont fossilisées en demi-relief, c'est-à-dire qu'une de leurs faces s'est imprimée dans le sédiment, exclusivement à l'autre incorporée à la masse de l'assise superposée. L'espèce provient d'une mollasse d'eau douce « oligocène » *alésien* de Dumas, dont les strates, formées d'éléments très fins, passent accidentellement au grès et au calcaire concrétionné, accusant ainsi l'action d'eaux précipitant le carbonate de chaux de manière à cimenter, par places, la vase marno-sableuse à mesure qu'elle se déposait. Cette action, exercée par intermittence, a entraîné la fossilisation d'un certain nombre de végétaux qui, en dehors du *Nymphæa*, comprennent un *Equisetum* (²) de grande taille. C'est encore à cette action que nous sommes redevables de la préservation de plusieurs traces d'Invertébrés en marche, entre autres de la piste d'un Dytique.

Les vestiges de rhizomes de Nymphéacées ne sont pas rares dans les diverses parties du tertiaire; mais l'extrême beauté et la conservation intégrale de celui que je signale méritent une mention, dès qu'il s'agit d'un moule résultant du comblement de la cavité laissée par l'ancien organe dans le sédiment qui l'avait recouvert. Sans remonter jusqu'au *Nymphæa Arethusæ* de Brongniart, dont la tige, recueillie dans les meulières de

(¹) P. 23, Pl. III et IV; Paris, Masson, 1884.

(²) Voir *Foss. vég. et traces d'Invertébrés associés dans les anciens terrains*, par le marquis DE SAPORTA (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, 3ᵉ série, t. XIV, p. 422-429, Pl. XX, fig. 2-4, XXI et XXII).

Longjumeau attira l'attention de ce savant, grâce à la coïncidence qui lui avait fait rencontrer peu auparavant une tige desséchée du *Nymphæa alba* L. [1], il convient de remarquer que jusqu'à ce jour les rhizomes fossiles des Nymphéacées s'étaient constamment présentés en demi-relief, l'un de leurs côtés, par le fait de la compression, adhérant à l'assise dont ils occupaient le plan inférieur. C'est toujours ainsi qu'il m'avait été donné de recueillir ces sortes d'organes, et cette particularité était plutôt confirmée que démentie par l'observation d'un magnifique rhizome fossile de l'*Anœctomeria Brongniartii* Sap., d'Armissan, qui existe au Muséum. En effet, la face de ce rhizome opposée à celle qui est visible, étroitement adhérente à l'intérieur de la plaque, ne saurait en être détachée, bien qu'il soit possible de distinguer encore les linéaments de la limite correspondant au plan de jonction de la partie incorporée avec l'intérieur de la roche. On est bien obligé de convenir que le procédé de fossilisation en demi-relief, mieux en rapport sans doute que tout autre avec la nature des rhizomes en question, est celui qui a le plus généralement prévalu chez les Nymphéacées.

» Il n'en est pas de même du rhizome que je signale et qui, par une heureuse exception, après avoir été moulé en plein, se trouve entièrement détaché de la gangue. Sauf l'organisation intérieure remplacée par une substance amorphe, il offre toute l'apparence extérieure, préservée jusque dans les moindres détails superficiels, de l'ancien organe.

» C'est un tronçon cylindroïde, long de $0^m,26$ à $0^m,27$, tronqué et un peu comprimé antérieurement, recouvert sur son pourtour entier de coussinets saillants avec cicatrices d'insertions foliaires et radiculaires, mesurant une épaisseur diamétrale de $0^m,10$ à $0^m,11$, $0^m,12$ au plus dans la partie comprimée. Ces dimensions accusent une plante des plus robustes, offrant des proportions trois à quatre fois supérieures en diamètre à celles des parties caulinaires correspondantes du *Nymphæa alba* L., tandis que les feuilles connues du *N. Dumasii*, dont j'ai figuré les principales [2], dépassent du double seulement celles de l'espèce indigène.

» Moulé aussi parfaitement que s'il avait été confié à un artiste, le rhizome du *Nymphæa Dumasii* peut être examiné dans les plus petits accidents de sa structure superficielle. On sait que ces sortes de tiges

(1) *Voir* le Mémoire initial d'Ad. Brongniart *Sur la classification et la distribution des végétaux fossiles*, p. 330, Pl. XVII, fig. 9. (Extrait des *Annales du Muséum*, t. VIII.)

(2) Mémoire précité *Sur les organismes problématiques*, Pl. III et VI.

rampent au fond de l'eau, et, tandis qu'elles produisent des feuilles et des fleurs (celles-ci tenant le rang de feuille) à leur extrémité antérieure, elles émettent des radicules, groupées au-dessous de la base des pétioles, sur la déclivité des coussinets sur lesquels ces pétioles se trouvent implantés. Ces radicules s'allongent et gagnent la vase soit directement, soit en se détournant latéralement pour l'atteindre et attacher le rhizome au sol sous-lacustre. Puis, à mesure que le rhizome se prolonge, les feuilles devenues anciennes se détachent ainsi que les radicules, en laissant les cicatrices de leur insertion qui restent visibles sur les coussinets. Ceux-ci s'élargissent et se gonflent, en même temps que le rhizome lui-même s'épaissit jusqu'au moment où son extrémité postérieure se détruit, à mesure que la vie l'abandonne, reportée incessamment vers les parties jeunes, les seules susceptibles d'accroissement, Le rhizome fossile représente justement un tronçon intermédiaire entre les parties anciennes oblitérées et les parties tendres et nouvelles qui, à raison de leur inconsistance, n'ont pu se prêter à la fossilisation. Ce tronçon, véritable magasin de fécule, a été moulé en pleine vitalité, alors cependant que non seulement les feuilles, mais les radicules s'étaient détachées en laissant après elles des cicatrices semblables à celles qui parsèment les tiges actuelles de Nymphéacées, à la même période de végétation. Aucune radicule n'était en place, lors du passage à l'état fossile; mais on remarque çà et là, sur les côtés et en dessous, des traces en forme de sillon, marquant leur trajet, peut-être aussi quelques résidus collés contre les dépressions qui séparent les coussinets. Ceux-ci, disposés dans un ordre quinconcial, constituent autant d'écussons rhomboïdaux, gonflés en pelote, plus étalés en largeur sur la face supérieure que le long des côtés du rhizome, où ils se détournent pour se conformer à la direction ascendante qu'ont dû suivre les feuilles au moment de leur émission. Ils n'offrent dans leur structure, ni dans l'ordonnance des cicatrices des canaux aériens pétiolaires ou des radicules, rien qui les distingue de ceux d'autres espèces fossiles déjà connues, particulièrement des *Nymphœa gypsorum* Sap., d'Aix, et *polyrhiza* Sap., ce dernier du tongrien de Saint-Zacharie. Ce qu'il faut remarquer, c'est la compression subie par l'ancien organe et qui, à peu près nulle dans la partie postérieure et relativement ancienne du rhizome, dont la résistance sur ce point a triomphé de la pesée du sédiment, a porté exclusivement sur l'extrémité antérieure plus jeune et nécessairement plus tendre. La compression est sensible sur ce point, puisque l'aplatissement s'y traduit par une différence notable du diamètre horizontal, qui est de

$0^m,1$, comparé au diamètre vertical réduit à $0^m,06$. La saillie des coussinets et la netteté des cicatrices sont aussi relativement émoussées dans cette même partie.

» Il est encore un enseignement à retenir à propos de ce curieux fossile : il s'agit de l'examen du procédé auquel nous le devons. Nul doute qu'il n'ait été le produit d'un remplissage par précipitation chimique et que la matière minérale dont il est formé ne soit venue combler une cavité préexistante, cavité résultant de la dissolution de l'ancien organe préalablement moulé. Or, il paraît, d'après les indications de M. Lombard-Dumas, que la gangue d'enveloppe aurait été assez peu consistante, de sorte qu'en retirant le fossile il ne serait resté que des fragments des parois du moule. Cette inconsistance, jointe à la finesse de la pâte marno-sableuse du sédiment, suffit peut-être pour rendre compte de l'opération qui a dû s'effectuer, et qui n'est pas sans analogie avec les procédés employés par l'homme pour le moulage des substances métalliques en fusion. Il a fallu certainement que la substance du rhizome tertiaire, une fois recouvert par un sédiment assez ductile pour en mouler exactement le pourtour, assez perméable pourtant pour donner passage à l'eau, se ramollît d'abord et disparût ensuite, réduite en bouillie et fondue entièrement dans le liquide qui la baignait. C'est à la suite de cette dissolution des parcelles organiques que l'action chimique a dû se produire par l'intermédiaire d'eaux à la fois calcaires et ferrugineuses. En effet, l'aspect et la pesanteur du fossile semblent accuser un mélange de carbonates de chaux et de fer associés dans des proportions que l'analyse pourrait déterminer. Cet exemple n'est pas le seul, et j'ai décrit antérieurement un tronc de Fougère arborescente de la craie inférieure des environs du Havre [1], *Protopteris Duplessyana* Sap., converti en une substance semblable et sans doute fossilisé par le même procédé qui mériterait de fixer l'attention des savants plus familiers que je ne le suis avec les recherches de Chimie, appliquées à la genèse minéralogique des roches. »

M. Haton de la Goupillière fait hommage à l'Académie de la traduction allemande de la seconde Partie de son « Cours de machines », relative aux moteurs hydrauliques.

---

[1] *Végétation fossile de la craie inférieure du Havre*, p. 7, Pl. II et III, fig. 2.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Minéralogie, en remplacement de feu M. *Abich*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. de Dechen obtient.	33	suffrages
M. Scacchi »	5	»

M. de Dechen, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport sur les vitesses produites par les marées de l'océan Pacifique et de la mer des Antilles dans un canal établissant une communication libre entre ces deux mers*; par M. **Bouquet de la Grye** (¹).

« L'Académie des Sciences, dans la séance du 24 mai 1886, sur la demande de M. de Lesseps, a nommé une Commission pour examiner l'influence qui résulterait des dénivellations régulières de l'océan Pacifique et de l'océan Atlantique sur le régime d'un canal traversant à niveau l'isthme de Panama.

» L'un des Membres de la Commission s'étant mis en rapport avec l'illustre promoteur du canal de Suez, pour obtenir des renseignements sur les marées qui se produisent aux deux extrémités du canal projeté, a reçu de lui dernièrement un volumineux dossier contenant des observations intéressantes sur le niveau des eaux à Panama et à Colon, ainsi que des indications sur le tracé du canal, sa section, la température et la salure des deux mers.

» Nous allons analyser ces divers documents.

(¹) La Commission chargée de présenter ce Rapport se composait des Membres de la Section de Géographie et de Navigation, auxquels ont été priés de s'adjoindre MM. Daubrée, Favé, Lalanne, de Jonquières et Boussinesq; Rapporteur, M. Bouquet de la Grye.

» Les marées sont enregistrées à Panama sur le tambour d'un marégraphe fonctionnant dans de bonnes conditions sur l'île Naos, près du débouché futur du canal; le tracé de la courbe des hauteurs est régulier, l'onde diurne faible.

» En dépouillant les courbes relatives au mois de juin 1886, contenues dans le dossier, nous avons trouvé $2^m,68$ pour l'unité de hauteur, chiffre qui ne diffère que de bien peu de $2^m,72$, donné par la Compagnie de Panama et qui paraît ressortir d'une longue série d'observations.

» Si nous adoptons ce dernier résultat, nous avons $1^m,23$ pour la hauteur de la morte-eau moyenne, $2^m,53$ pour la hauteur de la vive-eau moyenne; enfin une marée exceptionnelle correspondant au coefficient 117 conduirait à $3^m,18$: le tout au-dessus du niveau moyen, ce qui amènerait les amplitudes respectives de $2^m,46$, $5^m,06$ et $6^m,36$.

» Ces chiffres étonnent quelque peu pour des marées équatoriales de l'océan Pacifique, mais la disposition de la baie amplifie le phénomène et nous le trouverions plus grand encore à l'embouchure du rio Colorado.

» Ces grandeurs de la marée sont données indépendamment des modifications apportées par la pression barométrique, par la force et la direction du vent, et en supposant aussi que les marées de Naos obéissent à une proportionnalité absolue de l'influence luni-solaire, ce qui n'est qu'approximatif.

» La valeur de l'établissement du port est fixée à $3^h 21^m$.

» Sans vouloir étudier les détails de cette marée de Panama, nous pouvons dire que l'onde annuelle est de 40^{cm} et que le minimum se fait sentir en mars et le maximum en septembre.

» Il y a donc lieu d'augmenter de $0^m,20$ la dénivellation maximum due à la marée semi-diurne et de prendre $3^m,38$ pour hauteur maximum au-dessus ou au-dessous du niveau moyen dans les marées syzygies équinoxiales.

» A Colon, sur l'Atlantique, la marée est bien plus compliquée que sur l'autre versant, parce que l'onde diurne est comparable comme grandeur à l'onde semi-diurne; ainsi, au mois de mars, dans les syzygies, la mer reste à la même hauteur pendant toute la journée; il est vrai que l'amplitude de la marée diurne et semi-diurne ne dépasse jamais $0^m,40$, de telle sorte qu'elle rentre dans les valeurs pouvant être produites accidentellement par des dépressions barométriques ou par des coups de vent.

» L'onde annuelle n'est que de $0^m,12$; le maximum a lieu au mois de septembre comme à Panama, mais le minimum paraît être en janvier.

» En résumé, nous avons affaire, à Colon, à une marée de faible amplitude, et le maximum de la hauteur au-dessus du niveau moyen, + 0,70, qui a lieu lors d'une tempête, n'a guère d'importance au point de vue de ce qui nous intéresse ; car, dans ces cas qui se présentent très rarement, la navigation devra forcément être interdite dans le canal.

» Quant à l'établissement de la marée à Panama, il a été fixé par la Compagnie à $1^h 58^m$, c'est-à-dire que la haute mer, dont nous avons indiqué le peu de hauteur, précéderait celle de Panama de $1^h 3^m$.

» Le chiffre donnant la différence du niveau entre les hauteurs moyennes des deux mers, déduit d'un nivellement géométrique à travers l'isthme, ne nous a point été remis ; mais l'ingénieur de la Compagnie, M. Dingler, nous a affirmé que cette différence pouvait être considérée comme nulle, c'est-à-dire que les résultats obtenus ne s'écartaient point, en plus ou en moins, de l'erreur admissible de $0^m,10$.

» D'autre part, nous n'avons point les éléments suffisants pour contrôler cette approximation, en pesant pour ainsi dire deux colonnes d'eau de 1000^m de hauteur situées des deux côtés de l'isthme et en en déduisant la différence de niveau entre les deux mers.

» Nous baserons donc nos calculs uniquement sur les différences de hauteur dues aux marées de Panama et de Colon et même, pour simplifier, nous pouvons considérer comme nulles les marées si faibles de l'Atlantique, puisqu'elles disparaissent les jours où celles du Pacifique atteignent leur plus grande hauteur et qu'en réalité nous ne voulons rechercher qu'une limite de la vitesse produite par des différences de dénivellation.

» Ceci entendu, spécifions que le canal projeté à Panama aura une longueur de 72^{km} ; mais, comme cette longueur ne sera point en ligne droite et que, par suite des coudes, les ondulations auront quelque retard dans leur transport, un petit calcul nous montre tout d'abord que, théoriquement, nous devons substituer le chiffre de 76^{km} à celui de 72^{km}.

» La largeur projetée est de 21^m au plafond, les bords du canal auront une pente de 45° et la profondeur sera de $11^m,50$ au-dessous du niveau moyen à Panama, pour se relever progressivement jusqu'à 9^m à Colon au-dessous de ce même niveau.

» Dans ces conditions, si l'on appelle H la profondeur moyenne dans le canal ; x la distance à partir de l'entrée sur le Pacifique, c'est-à-dire en prenant Naos comme origine, et y la hauteur de la marée au-dessus du niveau moyen dans le canal ; on aura $H = 11^m,50 - 0^m,035x$; la section

sera, d'autre part, $S = 21(H+y) + (y+H)^2 = (H+y)(H+y+21)$; le périmètre $P = 21 + 2(H+y)\sqrt{2}$, et enfin $R = \frac{21(H+y)+(H+y)^2}{21+2(H+y)\sqrt{2}}$.

» D'un autre côté, lorsqu'un canal communique d'un côté avec une mer à niveau variable et de l'autre avec une autre mer à niveau constant, l'expérience montre que l'amplitude de la marée est en raison inverse de la distance, et que le retard de l'onde est proportionnel à cette distance, de sorte que, si Y est la demi-amplitude de la marée à l'entrée, l la longueur du canal, on a

$$y = -Y\left(1 - \frac{x}{l}\right)\cos\left(2\tau - \frac{x}{\omega}\right)$$

pour équation de la marée.

» La valeur ω de la propagation de l'onde marée, déduite de ce qui se passe dans des canaux analogues à celui dont il s'agit, et notamment du régime établi entre Suez et les lacs amers, paraît être

$$\omega = \sqrt{g\left(H + \frac{3}{2}y\right)} \pm KV,$$

V étant la vitesse du courant et K un nombre constant; toutefois, la valeur de K n'est point la même en flot qu'en jusant : un courant n'ajoute que peu à la propagation d'une onde et il l'arrête beaucoup lorsqu'il court à son encontre, de sorte que nous sommes obligé de prendre pour valeur de K, 0,4 dans le premier cas, et 1,2 dans le second.

» Vérifions ces formules, et en particulier la dernière, au moyen des observations faites dans le canal de Suez.

» On a trouvé directement, par des mesures faites au kilomètre 133 et au kilomètre 153,6, qu'au moment de la pleine mer on avait en ces deux points :

	y.	V.	T.	H.	S.	P.	R.
Kilomètre 133......	0,05	0,40	45^{m}	8,67	420^{mq}	77	5,45
Kilomètre 153,6....	0,66	0,85	9^{m}	8,81	468^{mq}	81	5,78

» La formule

$$\omega = \sqrt{g\left(H + \frac{3}{2}y\right)} + 0,4\,V$$

donne pour la distance comprise entre les deux points précités $\omega = 10^{m},06$; mais ce chiffre doit être considéré comme un peu fort, car les vitesses V sont superficielles et en dessous les eaux sursalées des lacs amers tendent à s'écouler vers la mer Rouge en raison de leur densité.

» D'autre part, le mouvement de progression de l'onde de pleine mer a eu lieu en trente-six minutes sur une longueur de $20^{km},6$; en divisant les deux nombres l'un par l'autre, on a $\omega = 9^m,54$. La différence est de 5 centièmes avec le chiffre ci-dessus : elle s'explique comme nous l'avons dit.

» Nous trouvons une confirmation de la formule

$$y = -\mathrm{Y}\left(1 - \frac{x}{l}\right)\cos\left(2\tau - \frac{x}{\omega}\right)$$

dans le fait qu'à l'isthme de Suez, entre Suez et les lacs amers, les hauteurs des marées de vive-eau comme celles de morte-eau se trouvent sur une ligne droite, tracée en partant de l'horizontale aux lacs amers pour aboutir à Suez, à la haute et basse mer du même jour.

» Avec ces données, nous pouvons établir points par points les profils instantanés des hauteurs des marées dans le canal projeté de Panama, conclure la pente dans chaque section et, par suite, avoir la vitesse du courant en vertu de la formule connue

$$v = 56,86\sqrt{\mathrm{R}i} - 0,07.$$

» Nous donnons le Tableau de ces vitesses aux points du canal éloignés de 9^{km}, 27^{km}, 45^{km}, 63^{km} de l'entrée de l'océan Pacifique pour une marée de $6^m,76$ d'amplitude.

» Les heures partent de la basse mer, elles sont réduites de $\frac{1}{30}$, c'est-à-dire qu'elles correspondent à des heures lunaires.

km.	0.	½ h.	1 h.	1 ½ h.	2 h.	2 ½ h.	3 h.	3 ½ h.	4 h.	4 ½ h.	5 h.	5 ½ h.	6 h.	6 ½ h.	7 h.
9....	−0,95	−0,81	−0,60	−0,13	+0,35	+0,67	+0,84	+0,93	+0,98	+1,02	+1,17	+1,16	+1,09	+0,97	»
27....	−1,00	−0,90	−0,84	−0,75	−0,59	−0,34	+0,35	+0,63	+0,78	+0,93	+1,06	+1,11	+1,06	+1,01	»
45....	−0,77	−0,93	−0,87	−0,82	−0,75	−0,63	−0,42	+0,08	+0,43	+0,80	+0,82	+0,86	+0,98	+0,97	»
63....	−0,69	−0,72	−0,83	−0,85	−0,86	−0,81	−0,73	−0,61	−0,41	0	+0,51	+0,66	+0,76	+0,85	»

» Il résulte de ces chiffres que le maximum de la vitesse a lieu du côté du Pacifique et que ce maximum précède le moment de la haute mer. Cette vitesse est de $1^m,17$; si l'on prolongeait le Tableau en donnant les chiffres du jusant, on trouverait que la plus grande vitesse négative aurait lieu également à la sortie dans le Pacifique et avant le moment de la basse mer.

» On voit également que, du côté de l'Atlantique, quoique les valeurs de y soient constantes, on a un courant qui est loin d'être insensible. Il est entendu, d'ailleurs, que ces chiffres subiraient une correction dans le cas où des observations de nivellement géométrique montreraient, par

exemple, que le niveau de l'océan Atlantique est plus élevé que celui du Pacifique. Si cette dénivellation était de $0^m,50$, on aurait à un moment proche de la basse mer, à Naos, une valeur de $V = 1^m,26$; il en serait de même pour les dénivellations produites par les mouvements de l'atmosphère ou par les marées extraordinaires de l'Atlantique : c'est dire que, dans aucun cas, les courants dus à la dénivellation ne pourront dépasser $2\frac{1}{2}$ nœuds, et que cette vitesse, qui ne peut être atteinte tous les ans que pendant quelques heures, ne paraît pas de nature à gêner la navigation des bateaux à vapeur dans le canal que l'on creuse actuellement à Panama. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Sur les abcès tuberculeux périhépatiques et sur le traitement qui leur convient. Résection de la portion abdominale du thorax.* Note de M. **Lannelongue.**

« Quelques observations écourtées du siècle dernier, surtout un Mémoire du fils du célèbre chirurgien J.-L. Petit, sur les apostèmes du foie, sont les premiers documents qui ont établi l'existence de collections purulentes autour de la glande hépatique; mais ce n'était qu'une ébauche devant recevoir de plus amples développements avec Larrey, Boyer, Cruveilhier, Andral en France; avec Frerichs, Murchison, Hilton-Fagge à l'étranger. Et pourtant, malgré ces travaux, malgré l'appoint de faits assez nombreux récemment publiés, la nature et les origines de ces abcès, leurs rapports avec le foie restent encore enveloppés de nombreuses obscurités.

» Les abcès tuberculeux périhépatiques, sur lesquels je viens appeler l'attention, possèdent une physionomie propre, découlant de leur modalité anatomique, et comportant une intervention chirurgicale qui permet d'obtenir leur guérison dans bon nombre de cas. Ils sont parfois la première et l'unique marque apparente de la tuberculose, la seule reconnaissable pendant plus ou moins longtemps. Surprenant l'économie en pleine possession de ses forces, c'est à eux que convient tout spécialement une thérapeutique active.

» Ailleurs, ils caractérisent une étape plus avancée; la tuberculose a donné lieu à des manifestations antérieures qui se sont dissipées ou qui

demeurent encore persistantes. Un troisième groupe, enfin, comprend les faits d'abcès périhépatiques apparaissant chez un sujet en proie à de multiples atteintes tuberculeuses dans les viscères ou dans certaines sections du corps.

» Quel que soit le siège de ces abcès à la périphérie du foie, leurs rapports avec cet organe ne sont pas toujours immédiats; paraissant reposer sur lui, ils en sont souvent séparés par une couche néoplasique de périhépatite plus ou moins prononcée. Mais alors même que la paroi de l'abcès est en rapport direct avec le tissu hépatique, on n'est pas autorisé à conclure que le foie a été son point de départ.

» Les foyers tuberculeux originels, d'où émane la membrane tuberculogène limitant l'abcès, peuvent apparaître, en effet, dans les couches profondes de la paroi abdominale, sur la face interne des dernières côtes, dans le diaphragme, dans les ganglions lymphatiques du sillon transverse du foie, dans le péritoine environnant. Née de ces foyers, la paroi de l'abcès se développe sur la surface du foie en provoquant d'habitude une périhépatite adhésive qui contribue à limiter les désordres. On comprend aisément que des granulations isolées de la surface du foie puissent être le centre de végétations tuberculeuses amenant ultérieurement la formation de l'abcès.

» N'ayant pas la pensée d'aborder dans cette Note le point de vue clinique afférent à ces abcès, je me bornerai à une simple remarque touchant leur diagnostic. Une analyse serrée et méthodique des signes fournis par l'exploration physique, jointe aux renseignements donnés par l'anamnèse, est nécessaire pour reconnaître l'affection. Dans quelques circonstances le diagnostic ne peut être établi que par voie d'exclusion; dans d'autres, dans le cas de petites collections sous-phréniques, par exemple, le mal ne saurait être reconnu.

» Quelques travaux récents, de Boulland [1], Jaccoud [2], Deschamps [3], renferment un certain nombre d'observations d'abcès positivement tuberculeux et reconnus tels à l'examen cadavérique; mais, comme l'attention n'était pas éveillée sur la variété qui m'occupe, on n'a pas cherché à établir les signes qui leur appartiennent en propre et on leur a appliqué les

---

(1) Boulland, *De la tuberculose du péritoine et des plèvres chez l'adulte, au point de vue du pronostic et du traitement* (*Thèse de Paris,* 1885).

(2) Jaccoud, *Cliniques de la Pitié,* p. 219-237; 1885.

(3) Deschamps, *De la péritonite périhépatiqae enkystée* (*Thèse de Paris,* 1886).

méthodes curatives usuelles de tous les abcès. Cela explique les insuccès obtenus le plus souvent.

» Quatre exemples se sont offerts à mon observation depuis cinq ans. Le premier en date n'avait pas été soupçonné durant la vie du sujet qui était atteint de tuberculose généralisée; un abcès du volume d'une grosse noix occupait le muscle diaphragme, proéminant à la fois dans les cavités de la plèvre et du péritoine.

» Sur les trois autres malades, il y avait à remplir une indication majeure au point de vue thérapeutique, l'extirpation de la paroi de l'abcès après évacuation de son contenu. Deux fois la laparotomie avec décortication de la poche a eu pour résultat une guérison prompte, qui ne s'est pas démentie depuis trois ans dans un cas et un an dans l'autre.

Le troisième exemple a nécessité une opération plus importante. Un de mes collègues dans les hôpitaux, M. Pengrueber, avait traité par l'incision simple un vaste abcès sous-phrénique, en octobre 1886 [1]. La cicatrisation ne fut que temporaire et bientôt un trajet fistuleux se reforma, fournissant une abondante suppuration; la température du malade, dont l'état devenait alarmant, oscillait entre 39° et 40°. Dans ces conditions, la résection du bord inférieur du thorax pouvait seule permettre de faire disparaître le vide existant entre la paroi costale rigide et le foie mobile. Cette opération fut faite le 17 mai dernier; j'enlevai le cartilage de fusion des dernières côtes ainsi que les huitième, septième et sixième arcs costaux dans une étendue de $0^{m},06$ à $0^{m},08$. Par ce moyen, l'affaissement de la cavité se produisit immédiatement; il n'y avait plus qu'à déterger l'abcès de sa paroi tuberculeuse, ce qui fut soigneusement fait. Depuis l'opération la cavité sous-phrénique est entièrement comblée, le sujet reprend ses forces chaque jour : il ne reste plus aujourd'hui qu'une plaie superficielle des plus simples.

» En résumé, l'incision simple à travers la paroi abdominale et la décortication des parois du foyer tuberculeux constituent la méthode de choix pour les abcès tuberculeux périhépatiques dont la cavité s'affaisse après son ouverture et dont l'abord opératoire est facile.

» La résection du bord inférieur du thorax jusqu'à la septième ou sixième côte, suivant les cas, doit être préconisée pour les abcès sous-phré-

---

(1) Observation publiée par M. Cadet de Gassicourt, dans les *Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris*, numéro de décembre 1886, p. 491.

niques supérieurs, aussi bien que pour la cure des trajets fistuleux consécutifs à l'ouverture de ces abcès. Mais la résection de la portion abdominale du thorax comporte en outre des applications plus étendues : les abcès périhépatiques de la convexité du foie, quelles que soient leur nature et leur origine, même certains abcès hépatiques, enfin les kystes hydatiques proéminant exclusivement sous le diaphragme, seront facilement abordés après l'excision de la paroi osseuse qui les couvre et les dissimule. Pour cette dernière affection, d'ailleurs, on a déjà fait quelquefois la résection costale. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Rouffiandis** adresse un complément au travail de Physiologie végétale qu'il a présenté dans la séance du 9 mai dernier.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **E. Falières** adresse une Note sur le traitement simultané de l'oïdium et du mildew par le sulfure de cuivre.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **A. Jannin**, de Chalon-sur-Saône, fait connaître le résultat de ses expériences avec le *coaltar saponiné*, pour la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un essai de Physiologie générale, par M. *Charles Richet*. (Présenté par M. Richet.)

2° Une brochure de M. *Max Leclerc*, intitulée : « Les peuplades de Madagascar ». (Présentée par M. Grandidier.)

3° Une brochure de M. *K.-W. Zenger*, portant pour titre : « Die Meteorologie der Sonne und die Wetter-Prognose des Jahres 1886 ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard (e 1887), faites à l'observatoire d'Alger, au télescope de 0^m,50*; par MM. **Trépied** et **Rambaud**, présentées par M. Mouchez.

Dates. 1887.	Étoiles de compar.	Grandeurs.	Ascension droite apparente.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.	Observ.
			m s	′ ″		
Mai 16....	*a*	8,5	+0.46,39	+10.47,3	4:4	T.
16....	*a*	»	+0.49,79	+12. 4,7	10:10	R.
18....	*b*	8	+0. 7,56	+ 8. 8,8	20:18	T.
18....	*b*	»	+0.10,56	+ 9.13,1	20:16	R.
19....	*c*	9,5	+0.25,15	− 3.44,7	20:10	T.
19....	*c*	»	+0.28,36	− 2.36,1	12:12	R.
20....	*d*	8,5	+0.57,69	+ 1.51,7	12:12	R.
20....	*d*	»	+0.58,90	+ 2.13,3	12:12	T.
21....	*e*	7,5	−0.57,70	− 7. 3,8	12:12	T.
21....	*e*	»	−0.56,91	− 6.35,9	6:6	R.
23....	*f*	9,5	−1. 2,51	+ 1.54,1	12:12	T.
23....	*f*	»	−1. 0,71	+ 2.33,9	12:12	R.
24....	*g*	8	+1. 3,47	+ 8.28,6	12:12	T.
24....	*g*	»	+1. 4,57	+ 9. 0,8	12:12	R.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1887.	Étoile de comp.	Ascension droite moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1887,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 16......	*a*	15.16. 3,46	+2,20	−28.46. 4,4	−1,6	Cordoba, nº 1042, 15^h.
18......	*b*	15.20. 0,28	+2,19	−27.34.31,0	−1,5	» nº 1316, 15^h.
19......	*c*	15.21.32,78	+2,18	−26.43.27,6	−1,4	» nº 14215, 5^h.
20......	*d*	15.22.40,44	+2,17	−26.12.51,0	−1,4	» nº 1496, 15^h.
21......	*e*	15.26.23,32	+2,17	−25.24.56,0	−1,2	» nº 1742, 15^h.
23......	*f*	15.30. 8,24	+2,16	−24.12.38,0	−1,0	» nº 2024, 15^h.
24......	*g*	15.29.55,00	+2,15	−23.37. 7,6	−1,0	» nº 2012, 15^h.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 16......	10.33.39	15.16.52,05	$\bar{1},189_n$	−28.35.18,7	0,901
16......	11.28.26	15.16.55,45	$\bar{2},421_n$	−28.34. 1,3	0,909

Dates. 1887.	Temps moyen d'Alger. h m s	Ascension droite apparente. h m s	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente. ° ′ ″	Log fact. parall.
Mai 18......	9. 2.14	15.20.10,03	$\bar{1},523_n$	—27.26.23,7	0,865
18......	9.41.27	15.20.13,03	$\bar{1},409_n$	—27.25.19,4	0,883
19......	10.18.37	15.22. 0,11	$\bar{1},232_n$	—26.47.13,7	0,893
19......	10.59.31	15.22. 3,32	$\bar{2},893_n$	—26.46. 5,1	0,900
20......	9. 1.20	15.23.40,30	$\bar{1},510_n$	—26.11. 0,7	0,863
20......	9.18. 5	15.23.41,51	$\bar{1},509_n$	—26.10.39,1	0,863
21......	8.54.14	15.25.27,79	$\bar{1},519_n$	—25.32. 1,0	0,859
21......	9. 7. 3	15.25.28,58	$\bar{1},487_n$	—25.31.33,1	0,865
23......	8.54. 1	15.29. 7,89	$\bar{1},505_n$	—24.10.44,9	0,857
23......	9.16.29	15.29. 9,69	$\bar{1},444_n$	—24.10. 5,1	0,866
24......	9. 0. 3	15.31. 0,62	$\bar{1},483_n$	—23.28.40,0	0,858
24......	9.16.30	15.31. 1,72	$\bar{1},436_n$	—23.28. 7,8	0,865

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales* $\int \frac{G(x)\,dx}{\sqrt{R(x)}}$. Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Hermite.

« Soient $G(x)$ une fonction entière quelconque de x, $R(x)$ un polynôme de degré $2p+2$; l'intégrale

$$u = \int \frac{G(x)\,dx}{\sqrt{R(x)}}$$

a $2p+1$ périodes qu'on peut obtenir en prenant l'intégrale sur un chemin composé de l'un des $2p+1$ premiers lacets et du dernier. Soient $\Omega_1, \Omega_2, \ldots$ Ω_{2p+1} ces périodes, $\omega_{1,q}, \omega_{2,q}, \ldots, \omega_{2p+1,q}$ celles de l'intégrale

$$u_q = \int \frac{x^{q-1}\,dx}{\sqrt{R(x)}}.$$

» On pourra trouver des nombres $a_1, a_2, \ldots, a_{2p+1}$ vérifiant les relations

$$\Omega_i = a_1\omega_{i,1} + a_2\omega_{i,2} + \ldots + a_{2p+1}\omega_{i,2p+1},$$
$$i = (1, 2, \ldots, 2p+1).$$

» Il en résulte que l'intégrale

$$u - a_1 u_1 - a_2 u_2 - \ldots - a_{2p+1} u_{2p+1}$$

n'a pas de périodes. Elle est de la forme

$$A + \varphi(x)\sqrt{R(x)}.$$

φ étant une fonction entière, et A une constante. On en déduit pour G l'identité

$$G(x) = \tfrac{1}{2}R'(x)\varphi(x) + R(x)\varphi'(x) + \sum_{1}^{2p+1} a_q x^{q-1}.$$

» Il est facile de trouver celles des intégrales u dont toutes les périodes sont des multiples de 2π. Formons l'intégrale

$$v_i = \int \frac{\sum_{1}^{2p+1} a_q x^{q-1}}{\sqrt{R(x)}} dx,$$

et déterminons les a de telle sorte que

$$\Omega_i = 2\pi, \qquad \Omega_k = 0 \qquad (k \gtrless i).$$

» On obtiendra ainsi $2p+1$ intégrales, $v_1, v_2, \ldots, v_{2p+1}$. Toutes les intégrales cherchées seront représentées par

$$v = m_1 v_1 + m_2 v_2 + \ldots + m_{2p+1} v_{2p+1} + \varphi(x)\sqrt{R(x)} + A,$$

les m étant des nombres entiers, et A une constante.

» On peut choisir cette constante A, de telle sorte que $\cos v$ soit une fonction uniforme de x; ce sera, de plus, une fonction entière, car elle reste finie avec x. Cette fonction $\psi(x)$ satisfait à l'équation différentielle

$$\frac{d\psi}{\sqrt{1-\psi^2}} = \frac{G(x)\,dx}{\sqrt{R(x)}}.$$

» Il en résulte pour ψ l'identité

$$1 - \psi^2 = R(x)\chi^2.$$

Si donc on pose

$$X = \psi(x),$$
$$Y = y\chi(x),$$

on a une substitution entière qui transforme le cercle

$$X^2 + Y^2 - 1 = 0$$

en la courbe

$$y^2 - R(x) = 0.$$

» Toutes les autres substitutions entières qui jouissent de cette propriété se ramènent facilement à celles-ci.

» Enfin la fonction du point analytique (x, y) de la courbe $y^2 - R(x) = 0$

$$\varphi(x) + iy\psi(x)$$

n'a pas de zéros. Toutes les fonctions entières de ce point analytique, qui ne s'annulent jamais, seront de la forme

$$e^{g(x)}[\varphi(x) + iy\psi(x)],$$

car leur logarithme doit être simplement périodique.

» De même les intégrales u, qui n'ont que deux périodes, conduisent à la transformation de la courbe

$$Y^2 = (1 - X^2)(1 - k^2X^2)$$

en la courbe

$$y^2 = R(x).$$

» Cette théorie sera exposée en détail dans un Mémoire qui paraîtra prochainement dans les *Annales de l'École Normale*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre*. Note de M. **R. Liouville**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans la séance du 16 mai 1887, vous avez présenté une Note de M. Goursat, sur laquelle je viens vous soumettre quelques remarques.

» M. Goursat considère un système d'équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre et, y rattachant une autre équation, en apparence plus compliquée [équation (2) de la Communication citée], il montre comment les coefficients de cette dernière sont composés au moyen des intégrales du système (1) correspondant et quelles propriétés entraîne pour elle la forme linéaire de ce système.

» L'équation différentielle que signalait une Note insérée en mon nom aux *Comptes rendus* du 20 septembre 1886 se lie de la façon la plus étroite à l'équation (2) de M. Goursat. Celle-ci, en effet, définit simplement *toutes les intégrales particulières*, telles que

$$\pi(x, y) = \text{const.},$$

appartenant à l'équation différentielle dont je me suis occupé, de sorte que les coefficients désignés par A, B, C, D dans le travail de M. Goursat ne se distinguent pas de ceux que j'avais représentés par

$$a_1,\quad 3a_2,\quad 3a_3,\quad a_4,$$

ou ne s'en distinguent que par le signe.

» Le système linéaire numéroté (3) dans ma Note ci-jointe équivaut bien au système (1) de M. Goursat, mais j'ai pris pour données les coefficients a_1, a_2, a_3, a_4 et, ceux-ci laissant arbitraire une fonction par laquelle on peut toujours multiplier l'inconnue z, j'ai pu choisir cette fonction pour obtenir des formules plus concises. Elle est telle ici que le déterminant de trois solutions particulières,

$$z_1,\quad z_2,\quad z_3,$$

et de leurs dérivées du premier ordre soit égal à une constante quelconque, différente de zéro; les identités (2), vérifiées par a_1, a_2, a_3, a_4, sont les conditions d'existence de ces trois solutions.

» Enfin, l'intégrale générale trouvée pour l'équation (2) de M. Goursat est celle qui résulterait immédiatement de sa comparaison avec l'équation différentielle dont j'ai fait usage : en posant $\pi =$ const., on doit en effet obtenir l'équation des droites. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires simultanées aux dérivées partielles*. Note de M. **Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Dans une Note, parue aux *Comptes rendus* du 16 mai, M. Goursat a publié certains résultats concernant les équations linéaires et homogènes du second ordre aux dérivées partielles. Voici quelques remarques relatives à ces résultats, en même temps qu'une méthode différente pour les obtenir.

» Considérons un groupe fini (α) de substitutions linéaires à deux variables, et les deux fonctions fondamentales invariantes qui lui correspondent

$$(1)\qquad x = \varphi(t, u),\qquad y = \psi(t, u);$$

si, pour un système (x, y), les valeurs (T, U) vérifient les équations (1),

toutes les autres solutions de ces équations s'obtiennent en opérant sur les valeurs (T, U) toutes les substitutions du groupe (α). Différentions par rapport à x, y les équations

$$(2)\qquad \begin{cases} t(a\mathrm{T}+b\mathrm{U}+c)=a'\mathrm{T}+b'\mathrm{U}+c', \\ u(a\mathrm{T}+b\mathrm{U}+c)=a''\mathrm{T}+b''\mathrm{U}+c'', \end{cases}$$

en poussant jusqu'au second ordre inclusivement.

» Nous formons ainsi douze équations, homogènes et linéaires en a, b, c, a', ..., et, si l'on élimine ces constantes, il reste quatre équations où figurent les dérivées partielles (premières et secondes) de t et de u. Écrivons l'une de ces équations : il est clair que le rapport de deux quelconques de ses coefficients (où figurent les dérivées de T et U) *ne change pas par une substitution linéaire*, et l'on trouve ainsi, presque sans calculs, les quatre *invariants* suivants :

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{\dfrac{\partial^2 t}{\partial x^2}\dfrac{\partial u}{\partial x}-\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}\dfrac{\partial t}{\partial x}}{\dfrac{\partial t}{\partial x}\dfrac{\partial u}{\partial y}-\dfrac{\partial t}{\partial y}\dfrac{\partial u}{\partial x}}=[t,u]_{x^2}=\chi_1(x,y), \\ \dfrac{\dfrac{\partial^2 t}{\partial x^2}\dfrac{\partial u}{\partial y}+2\dfrac{\partial^2 t}{\partial x\,\partial y}\dfrac{\partial u}{\partial x}-2\dfrac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y}\dfrac{\partial t}{\partial x}-\dfrac{\partial^2 u}{\partial x^2}\dfrac{\partial t}{\partial y}}{\dfrac{\partial t}{\partial x}\dfrac{\partial u}{\partial y}-\dfrac{\partial t}{\partial y}\dfrac{\partial u}{\partial x}}=[t,u]_{x,y}=\chi_2(x,y), \\ [t,u]_{y,x}=\chi_3(x,y), \qquad [t,u]_{y^2}=\chi_4(x,y). \end{cases}$$

(Ces deux derniers se déduisent des précédents en permutant x et y.) Les équations (3) forment un système de quatre équations aux dérivées partielles, où entrent deux fonctions à deux variables, et dont l'intégrale générale est de la forme (2), comme on le voit aisément.

» Les coefficients χ_1, χ_2, χ_3, χ_4 sont des fonctions rationnelles de (t, u) qui ne changent pas par les substitutions (α), par suite des fonctions rationnelles de (x, y). On les calcule, pour chaque groupe (α), en exprimant les quatre invariants en fonction des dérivées de φ et ψ, ce qui donne le degré de χ_1, χ_2, χ_3, χ_4 en (t, u), par conséquent leur forme en (x, y), à des constantes numériques près qu'on détermine facilement.

» On peut se placer à un point de vue un peu différent ; rendons homogènes les seconds membres des équations (1), en posant $t=\dfrac{z_2}{z_1}$, $u=\dfrac{z_3}{z_1}$, et cherchons à déterminer la fonction z_1 de (x, y), en sorte que z_1, z_2, z_3

vérifient un système d'équations de la forme

$$(4)\qquad \begin{cases} r = a\,p + b\,q + c\,z, \\ s = a'p + b'q + c'z, \\ t = a''p + b''q + c''z, \end{cases}$$

où $a, b, c, a', b', c', \ldots$ sont des fonctions rationnelles de (x, y). Pour cela, il faut et il suffit, comme on le voit aussitôt, que z_1 (supposée algébrique) soit de la forme $\sqrt[n]{\mathrm{R}(t, u)}$, où la fonction rationnelle R, quand on y effectue une des substitutions α, se reproduit multipliée par la puissance n^{ieme} du dénominateur de la substitution. On fera, par exemple,

$$z_1 = \sqrt[3]{\frac{\partial\varphi}{\partial t}\frac{\partial\psi}{\partial u} - \frac{\partial\varphi}{\partial u}\frac{\partial\psi}{\partial t}} \quad \text{ou} \quad z_1 = \sqrt[n-n']{\frac{\mathrm{J}_n}{\mathrm{J}_{n'}}}$$

(J_n et $\mathrm{J}_{n'}$ désignant deux formes homogènes fondamentales du groupe α, où l'on a fait $z_1 = 1$, $z_2 = t$, $z_3 = u$). Si Z_1 représente une des fonctions z_1 qui vérifient ces conditions, les autres peuvent s'écrire

$$z_1 = \mathrm{Z}_1 \sqrt[n]{h(x, y)}.$$

Ces remarques s'étendent sans peine aux groupes hyperfuchsiens.

» Plus généralement, étant donné un système (4), où les conditions d'intégrabilité sont satisfaites, on voit, en raisonnant comme plus haut, que les rapports t, u de trois intégrales distinctes *vérifient un système analogue au système* (3),

$$(3')\quad [t,u]_{\xi^2} = \theta_1(\xi,\eta), \quad [t,u]_{\xi,\eta} = \theta_2(\xi,\eta), \quad [t,u]_{\eta,\xi} = \theta_3(\xi,\eta), \quad [t,u]_{\eta^2} = \theta_4(\xi,\eta)$$

(ξ, η désignent les variables θ_1, θ_2, θ_3, θ_4 des fonctions rationnelles). On trouve aussitôt que

$$\theta_1 = -b, \qquad \theta_2 = (a - 2b'), \qquad \theta_3 = (b'' - 2a'), \qquad \theta_4 = -a''.$$

» Si l'intégrale générale de (4) est algébrique, il en est de même de l'intégrale de (3); dans ce cas, les diverses valeurs de (t, u) qui correspondent à un système (ξ, η) forment un groupe fini de substitutions linéaires, soit le groupe (α), et, par suite, les fonctions $x = \varphi(t, u)$, $y = \psi(t, u)$ sont des fonctions rationnelles de (ξ, η) : $x(\xi, \eta)$, $y(\xi, \eta)$.

D'autre part, on a

$$[t, u]_{\xi^2} = \frac{\left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^3 \chi_1(x, y) + \left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial y}{\partial \xi} \chi_2(x, y) - \frac{\partial x}{\partial \xi}\left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^2 \chi_3(x, y) - \left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^3 \chi_4(x, y)}{\frac{\partial x}{\partial \xi}\frac{\partial y}{\partial \eta} - \frac{\partial x}{\partial \eta}\frac{\partial y}{\partial \xi}} + [x, y]_{\xi^2},$$

$$[t, u]_{\xi,\eta} = \frac{\left\{\begin{array}{l} 3\left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial x}{\partial \eta}\chi_1 + \left[\left(\frac{\partial x}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial y}{\partial \eta} + 2\frac{\partial x}{\partial \xi}\frac{\partial x}{\partial \eta}\frac{\partial y}{\partial \xi}\right]\chi_2 \\ \quad - \left[\left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial x}{\partial \eta} + 2\frac{\partial y}{\partial \xi}\frac{\partial y}{\partial \eta}\frac{\partial x}{\partial \xi}\right]\chi_3 - 3\left(\frac{\partial y}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial y}{\partial \eta}\chi_4 \end{array}\right\}}{\frac{\partial x}{\partial \xi}\frac{\partial y}{\partial \eta} - \frac{\partial x}{\partial \eta}\frac{\partial y}{\partial \xi}} + [x, y]_{\xi,\eta},$$

et deux autres expressions analogues. En égalant les seconds membres de ces équations respectivement à θ_1, θ_2, θ_3, $\theta_4(\xi, \eta)$, on obtient quatre équations simultanées aux dérivées partielles de (x, y), *qui doivent être vérifiées par deux fonctions* (x, y) *rationnelles de* (ξ, η) *si l'intégrale de* (4) *est algébrique*. Comment reconnaître s'il en est ainsi? C'est une question que je me propose de traiter dans un Mémoire étendu. J'ajoute seulement que la méthode précédente s'applique à tous les problèmes analogues : ainsi, à un système de *six* équations linéaires et homogènes du second ordre à trois variables x, y, z correspondent *quinze invariants du second ordre* (où entrent trois fonctions t, u, v à trois variables), à savoir *neuf* de la forme

$$\frac{\frac{\partial^2 t}{\partial x^2}\left(\frac{\partial t}{\partial y}\right)^2 - 2\frac{\partial^2 t}{\partial x\,\partial y}\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial y} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2}\left(\frac{\partial t}{\partial x}\right)^2}{\frac{\partial t}{\partial x}\frac{\partial t}{\partial y}\frac{\partial t}{\partial z}},$$

et *six* de la forme

$$\frac{1}{\delta}\begin{vmatrix} \frac{\partial t}{\partial x} & \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial x} \\ \frac{\partial t}{\partial y} & \frac{\partial u}{\partial y} & \frac{\partial v}{\partial y} \\ \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} & \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \end{vmatrix},$$

où δ désigne le déterminant fonctionnel de t, u, v.

» De même, à un système de *deux* équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables linéaires et homogènes, correspondent *trois invariants du second ordre et six du troisième*, où figurent trois fonctions à deux variables. Enfin, à une équation différentielle, linéaire et homogène,

du troisième ou du quatrième ordre, correspondent *deux invariants du quatrième ordre* ou *trois du cinquième*, dans lesquels entrent respectivement deux ou trois fonctions.

» La question de reconnaître si l'intégrale générale de ces différents systèmes est algébrique revient toujours à rechercher si un certain système d'équations, de forme bien déterminée, admet des intégrales rationnelles. On peut d'ailleurs ramener à des équations différentielles linéaires, du troisième ou du quatrième ordre, les systèmes d'équations aux dérivées partielles considérés. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les normales aux courbes.* Note de M. **A.-E. Pellet**, présentée par M. Hermite.

« Menons par chaque point M d'une courbe C une normale faisant un angle constant α avec la normale principale, et portons sur cette normale une longueur constante l; la courbe C_1, lieu des points M_1 ainsi obtenus, coupe orthogonalement les droites M, M_1. Désignons par ρ et r les rayons de courbure et de torsion de la courbe C et par s son arc. Pour que les droites M_1, M soient les normales principales de la courbe C_1, il faut et il suffit qu'on ait en tout point de la courbe C

$$(1) \qquad \frac{l}{r}\cot u + \frac{l\cos\alpha}{\rho} - 1 = 0,$$

u désignant l'expression

$$\sin\alpha\int\frac{ds}{\rho} + A,$$

où A est une constante arbitraire.

» Supposons la relation (1) satisfaite. Alors u est égal à l'angle des plans normaux aux courbes C_1 et C. De là, on peut déduire l'expression du rayon de courbure de la courbe C_1 en remarquant que cette courbe est une ligne géodésique de la surface canal enveloppe des sphères de rayon l ayant leurs centres sur la courbe C.

» Appelons ρ_1, r_1 les rayons de courbure et de torsion de la courbe C_1 et s_1 son arc; on a les formules

$$ds_1^2 = \left[\left(1 - \frac{l\cos\alpha}{\rho}\right)^2 + \frac{l^2}{r^2}\right]ds^2, \qquad ds_1^2\left(\frac{1}{\rho_1^2} + \frac{1}{r_1^2}\right) = \left(\frac{\cos^2\alpha}{\rho^2} + \frac{1}{r^2}\right)ds^2,$$

$$\frac{1}{\rho_1} = \frac{l\cos\alpha - \rho\sin^2 u}{l(\rho - l\cos\alpha)},$$

d'où

$$rr_1 \sin^2 u = l^2.$$

» Lorsque α est nul, ces formules donnent celles relatives aux courbes ayant même normale principale (Aoust, *Analyse infinitésimale des courbes dans l'espace*, p. 378).

» Lorsque la courbe C_1 est une hélice, on peut effectuer les intégrales permettant d'avoir les équations des deux courbes, et, en posant

$$\frac{\rho_1}{r_1} = \operatorname{tang} i,$$

on a

$$\frac{\rho}{r} = \cos\alpha \operatorname{tang}(u - i).$$

» Ainsi, la nature de l'indicatrice sphérique de la courbe C ne dépend que de l'angle α. Or on a facilement les courbes C_1 et C lorsque $i = \frac{\pi}{2}$; C_1 est une ligne droite, C une chaînette enroulée sur un cylindre de révolution ayant cette droite pour axe, l'axe de la chaînette étant parallèle aux génératrices du cylindre. »

PHYSIQUE. — *Sur un mélographe.* Note de M. J. **Carpentier**, présentée par M. Mascart.

« Les appareils que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été imaginés et réalisés pour donner une solution au problème de la fixation des improvisations musicales.

» Ils s'appliquent aux instruments à clavier.

» L'un d'eux, le mélographe, est destiné à conserver les traces de tous les mouvements imprimés aux diverses touches d'un clavier pendant l'exécution d'un morceau. Afin de n'altérer en rien les formes et la construction des pianos ou orgues auxquels il s'annexe, il constitue un appareil entièrement indépendant, simplement mis en relation avec le clavier par un faisceau de fils métalliques, dont chacun correspond à une touche, et à travers lesquels l'électricité sert d'agent de transmission.

» Étant donnée la nature du phénomène à enregistrer, c'est-à-dire l'abaissement d'une touche et le mode de transmission adopté, l'électricité, le problème se trouve naturellement ramené à une question de chrono-

graphie que résout complètement le télégraphe Morse. Aussi ne saurait-on mieux comparer le mélographe qu'à un télégraphe Morse multiple, et ne saurait-on mieux en concevoir les dispositions et le fonctionnement qu'en se reportant à ce télégraphe que tout le monde connaît.

» Le mélographe fournit des inscriptions à l'encre sur une bande continue de papier. Cette bande large doit être idéalement considérée comme la réunion d'un certain nombre de bandes étroites dont chacune est réservée à une touche du clavier. Une des principales difficultés à vaincre dans la réalisation du mélographe a été de réduire à un minimum la largeur des bandes élémentaires, tout en conservant aux organes ainsi resserrés une entière sûreté de fonctionnement. Dans le modèle présenté, chaque bande élémentaire ne mesure que 3^{mm}.

» Le mélographe comporte trois parties.

» La première partie est le transmetteur. Le transmetteur se place sous les touches du clavier dans un intervalle restreint, mais suffisant, qui se trouve dans tous les modèles de pianos. Il est réalisé sous la forme d'une règle en bois portant une série de lames flexibles, dont chacune prend place sous une touche, et qui, s'abaissant et se relevant en même temps que la touche, établit un courant d'autant plus prolongé que la touche est elle-même tenue plus longtemps enfoncée.

» La deuxième partie est le moteur destiné à opérer l'entraînement continu et régulier de la bande sur laquelle se fait l'inscription. Dans le modèle présenté, le moteur est électrique et actionné par de petits accumulateurs. Ce qui le particularise, ce sont ses organes régulateurs. Un volant, tout d'abord d'apparence exagérément massive, eu égard à la vitesse dont il est animé et au travail insignifiant qui se dépense dans l'appareil, rend absolument négligeables les perturbations de vitesse que tendrait à produire l'entrée en ligne d'un nombre quelconque d'organes traceurs. Un régulateur, interrupteur de courant, d'autre part, dont la description sort du cadre de cette Note, assure l'immutabilité de la vitesse de régime, non seulement dans le cours d'une expérience, mais même d'une expérience à l'autre, à quelque intervalle qu'elles se succèdent. Cette vitesse a été expérimentalement fixée pour correspondre à un débit de papier de 3^{m} par minute.

» La troisième partie dont se compose le mélographe est le récepteur, comprenant l'ensemble des organes d'inscription. Au-dessus de la bande de papier, dans une cage vitrée, un cylindre à gorges peut être considéré comme la réunion d'une série de molettes qui, constamment encrées par

un tampon cylindrique placé à la partie supérieure et enduit d'encre oléique, représentent comme autant d'encriers toujours prêts à déposer sur le papier les traces visibles des signaux transmis.

» Au-dessous de la bande, une série de styles placés verticalement, chacun en regard d'une molette, sont actionnés chacun par un électro-aimant spécial, et, soulevant le papier dès qu'ils en reçoivent l'ordre, l'appliquent, aux moments voulus, contre les molettes encrées. Ce récepteur, qui, à proprement parler, constitue le mélographe, contient plusieurs dispositions accessoires fort importantes, sur lesquelles il serait trop long d'insister, et que je me contente de signaler. Telles sont la disposition des galets moletés qui saisissent le papier par les bords pour l'entraîner et la disposition du débrayage, qui permet d'engager ou de suspendre l'action de ces galets; la disposition qui imprime au tampon encreur un mouvement lent de va-et-vient longitudinal; la disposition à l'aide de laquelle sont tenus écartés l'un de l'autre le tampon encreur et le cylindre à gorges, quand l'appareil ne fonctionne pas, afin d'éviter les encrassements; la disposition du peigne, invisible de l'extérieur, dont le rôle est de limiter l'action de chaque style à la région du papier qui lui est réservée; enfin, la disposition des différents réglages au moyen desquels on amène l'inscription à une netteté irréprochable.

» L'appareil est d'un maniement très simple et ne se dérange point. Le modèle présenté a fonctionné, depuis plus d'une année, presque chaque jour, sans accroc. Il semble donc résoudre entièrement le problème de la mélographie.

» En fait, il ne la résout qu'à moitié; je demanderai la permission de revenir, dans la prochaine séance, sur la seconde partie de la question. »

PHYSIQUE. — *Sur les tensions de vapeur du cyanogène liquide.* Note de MM. **J. Chappuis** et **Ch. Rivière**, présentée par M. H. Debray.

« En étudiant la compressibilité du cyanogène, nous avons eu l'occasion de mesurer quelques tensions maxima de ce gaz. Malgré le petit nombre des observations, nous avons cru qu'il ne serait pas inutile d'en faire connaître les résultats, à cause des écarts considérables (plus d'un tiers d'atmosphère) qu'ils présentent avec ceux de Faraday ou de Bunsen.

» Ces différences proviennent, d'une part, de la grande difficulté qu'on rencontre à introduire dans la chambre barométrique du cyanogène exempt

d'azote; d'autre part et surtout, de ce que les méthodes manométriques employées par ces deux savants ne comportent pas la même précision que le manomètre à air libre, dont nous avons fait usage.

» Les tensions sont exprimées, dans le Tableau ci-joint, en centimètres de mercure; nous y avons joint le résultat obtenu par Bunsen sous la pression atmosphérique, le seul, parmi les nombres antérieurs, qui nous ait paru présenter le même degré de certitude que les nôtres.

Températures.	Tensions maxima.
°	cm
—20,7	75
0	180
5	215
10	257
15	307

» Pour débarrasser, autant que possible, d'azote le cyanogène qui a servi à ces expériences, on en avait préparé, à l'état liquide, une masse assez considérable qu'on fit bouillir et se congeler dans le vide avant d'en envoyer une partie dans la chambre manométrique; celle-ci, de son côté, avait été purgée de gaz par la trompe à mercure; un robinet à voie coudée, dont chacun imaginera facilement la disposition, permettait d'opérer le transvasement sans introduction de gaz étrangers. »

CHIMIE. — *Sur la reproduction d'un carbonate de soude nommé* urao *et* trona. Note de M. **Paul de Mondésir**, présentée par M. Debray.

« Les chimistes, en général, ne paraissent pas être très satisfaits des renseignements réunis sous le titre *sesquicarbonate de soude*. Ce qui suit pourra jeter sur ce sujet un peu plus de lumière.

» Il y a dix ans, j'avais à préparer pour l'Exposition de 1878 des échantillons considérables des sels contenus dans l'eau de la grande source de Royat. Après séparation des sels terreux et concentration au centième environ, l'extraction du chlorure de sodium et du carbonate de soude marcha d'abord aisément. Mais ensuite, lorsque les trois quarts des sels restaient encore dans les eaux mères, le carbonate de soude refusa de cristalliser par refroidissement, et quant au sel marin séparé par concentration, les lavages ne pouvaient le débarrasser d'alcali sans le dissoudre entièrement.

» Il ne me venait pas à l'esprit que, dans des dissolutions ayant bouilli

pendant plusieurs centaines d'heures, il pût y avoir d'autre carbonate de soude que du carbonate neutre. Cependant toutes les difficultés qui m'avaient arrêté longtemps provenaient de la présence de quantités considérables d'un sel ayant pour composition $3NaO, 4CO^2, 5HO$. Pour abréger les phrases, je l'appellerai désormais *carbonate quatre tiers*.

» Ce sel est très stable dans les dissolutions saturées de sel marin, probablement parce qu'il y est peu soluble, même à chaud, et il ne perd alors de l'acide carbonique, à l'ébullition, qu'avec une excessive lenteur ([1]). Il en résulte que, après avoir précipité par concentration un mélange de chlorure de sodium et de carbonate quatre tiers, si l'on veut laver ce mélange, le carbonate se dissout en partie, tandis que le reste se dédouble en laissant du bicarbonate qui est encore bien moins soluble dans l'eau saturée de sel marin, de sorte qu'il devient impossible de débarrasser celui-ci de la réaction alcaline.

» Mais il est facile de séparer les deux sels en les faisant bouillir avec de l'eau; on décante : une grande partie du carbonate dissous se dépose presque immédiatement; on sépare l'eau qu'on remet sur la matière en traitement et l'on répète les mêmes opérations jusqu'à ce que le refroidissement de l'eau décantée ne produise plus de dépôt notable. Les lavages à l'eau froide suffisent ensuite pour achever la purification du sel marin.

» Le carbonate quatre tiers se présente alors en aiguilles très fines, assez longues pour se feutrer en masses qui ressemblent beaucoup à la pâte à papier.

» Dans l'eau pure, ce sel n'est stable qu'au-dessus de 25° et en présence d'un grand excès de carbonate neutre.

» En résumé, un excès de carbonate neutre est toujours nécessaire à sa production, les températures élevées la favorisent et la présence du sel marin permet d'abaisser la température et de réduire beaucoup l'excédent de carbonate neutre.

» Il est facile, en quelques instants, de montrer, même dans un cours, la combinaison du carbonate neutre et du bicarbonate de soude, sans faire intervenir le sel marin, qui pourrait éveiller des doutes sur la nature du résultat. On prend 100 de cristaux de soude écrasés, 20 d'eau et 20 de bicarbonate bien saturé et finement pulvérisé. Le tout est mis dans un ballon qu'on agite pour dissoudre les cristaux autant que possible, sans dépasser

---

([1]) Néanmoins il ne se maintient qu'en présence d'un certain excédent de carbonate neutre.

la température de 20°. Le résultat est une bouillie claire, très mobile. En chauffant ensuite avec précaution, on voit, lorsqu'on a dépassé 25°, la combinaison se faire : les points blanc mat du bicarbonate disparaissent presque en totalité, l'aspect change complètement et la matière se prend si bien en masse qu'on peut retourner le ballon.

» Cette expérience, bonne pour montrer l'existence d'une combinaison, ne conviendrait pas pour préparer le carbonate quatre tiers aussi pur que possible. Lorsqu'il s'agit d'atteindre ce dernier but, l'eau pure n'est pas commode, parce que les eaux mères sont trop chargées de carbonate neutre et trop difficiles à extraire. D'un autre côté, la dissolution presque saturée de sel marin a l'inconvénient de déposer facilement quelque portion de ce sel et de dissoudre peu le bicarbonate et le carbonate quatre tiers. Il est donc préférable de se placer à une certaine distance de ces extrêmes et de donner, par exemple, au dissolvant la composition suivante : 100 d'eau, 28 de sel marin et 28 de cristaux de soude. Dans ce liquide chauffé près de l'ébullition, on verse, par petites portions, 8 de bicarbonate et 27 de cristaux de soude, bien broyés ensemble. Il faut éviter les pertes d'eau par évaporation et la formation de gros grumeaux qui pourraient être difficiles à dissoudre. Après dissolution complète, on laisse refroidir très lentement : la cristallisation se fait et il ne reste plus qu'à décanter, égoutter rapidement et enlever l'eau mère par les moyens connus. Il est prudent de ne pas laisser la température descendre au-dessous de 20°. Le dosage du sel marin dans le produit indique la quantité d'eau mère qui y est restée. Dans les opérations bien faites, cette quantité est insignifiante.

» Le carbonate quatre tiers existe dans la nature : c'est l'urao. Déjà en 1852, Laurent, dans une revue générale des formules des carbonates, faisait observer que l'analyse de l'urao par M. Boussingault représentait du carbonate quatre tiers et non du sesquicarbonate. On en jugera par le Tableau ci-dessous où l'analyse de M. Boussingault est placée entre les compositions calculées des deux sels :

	Sesquicarbonate.	Urao.	Carbonate $\frac{4}{3}$.
	Calcul.	Analyse.	Calcul.
NaO............	37,80	41,22	41,15
CO^2............	40,25	39,00	38,94
HO............	21,95	18,80	19,91

» Le carbonate quatre tiers a d'ailleurs toutes les propriétés de l'urao :

sa dureté, sa forme cristalline générale, avec les mêmes faces; mais les stries ont empêché jusqu'ici une mesure exacte des angles. En cas de cristallisation très lente, il forme des masses radiées, fibreuses, qui répondent parfaitement aux descriptions minéralogiques de l'urao et du trona. Enfin, exposé à l'air, pendant plusieurs années, dans une armoire, il ne s'est pas effleuri.

» On remarquera que les conditions favorables à la production du carbonate quatre tiers concordent parfaitement avec les conditions naturelles dans lesquelles se produisent les matières qu'on a rapportées exclusivement jusqu'ici au sesquicarbonate. Celles-ci, en effet, ont toujours leurs gisements dans des pays chauds et dans des eaux chargées de sel marin. Dans les cas où ces deux conditions ne sont pas réunies, on ne trouve en dépôt que du carbonate neutre. Je dis en dépôt, parce qu'il n'est pas douteux que les dissolutions contiennent un excès d'acide carbonique, puisque le carbonate neutre dissous absorbe l'acide carbonique de l'air et même en forte proportion.

» L'identité du carbonate quatre tiers me paraît donc certaine avec l'urao et avec de nombreux échantillons de trona, dont les analyses indiquent une proportion d'eau voisine de 20 pour 100. Je crois qu'il forme aussi une partie de diverses matières, comme le natron d'Égypte, qui est un mélange. Mais il reste quelque chose à élucider, pour les échantillons qui contiennent aux environs de 22 pour 100 d'eau.

» Je donnerai dans un Mémoire les détails qui ne peuvent trouver place ici. »

CHIMIE. — *Action de l'acide sélénieux sur le bioxyde de manganèse.* Note de M. **P. Laugier**, présentée par M. Fremy.

« L'analogie qui existe entre les composés du sélénium et ceux du soufre m'a engagé à rechercher s'il n'existerait pas un produit oxygéné Se^2O^5 correspondant à S^2O^5, obtenu, comme on sait, en faisant agir l'acide sulfureux sur le bioxyde de manganèse.

» De nombreux essais exécutés dans cette voie ne m'ont donné aucun résultat, mais j'ai obtenu quelques composés nouveaux résultant de la combinaison de l'acide sélénieux avec le sesquioxyde de manganèse, qui font l'objet de cette Note.

» L'acide sélénieux en dissolution concentrée agissant sur le bioxyde de manganèse naturel finement pulvérisé l'attaque peu, même après une ébullition prolongée; on obtient une matière orangée, cristalline, mélangée à un grand excès de bioxyde de manganèse non attaqué, dont il est impossible de la débarrasser; on trouve en même temps dans le liquide, outre de l'acide sélénieux en excès, de petites quantités de séléniate de protoxyde de manganèse. La même attaque, faite en tube scellé et chauffé à 140° pendant huit heures, est encore incomplète.

» Le bioxyde de manganèse hydraté, obtenu en versant du chlorure de manganèse dans une dissolution de permanganate de potasse en excès, desséché à la température ordinaire, est, au contraire, très facilement attaqué par l'acide sélénieux. Le mélange s'échauffe un peu et il se produit une dissolution brune (analogue à la dissolution de MnO^2 dans HCl) qui se décompose presque immédiatement en formant une matière jaune orangé et en donnant du séléniate de protoxyde de manganèse qui reste en dissolution.

» Cette solution brune paraît renfermer du sélénite de bioxyde de manganèse; en effet, il ne se dégage pas d'oxygène pendant la réaction, et l'on ne trouve du séléniate de manganèse que lorsqu'elle se décompose. On sait que M. Fremy a déjà fait connaître une combinaison du bioxyde de manganèse avec l'acide sulfurique.

» Le corps jaune orangé, lavé à l'eau chaude et desséché à 100°, renferme de l'acide sélénieux et du sesquioxyde de manganèse; mais il n'est pas pur et retient toujours un excès de bioxyde de manganèse qui a échappé à l'action de SeO^2.

» Pour préparer un corps pur, le meilleur moyen est de chauffer en tube scellé à 140° pendant huit heures $1^{éq}$ de $MnO^2, 4HO$ avec $6^{éq}$ de SeO^2 dissous dans 500^{gr} d'eau. On obtient ainsi un corps beaucoup plus rouge que le précédent et plus dense, qui se laisse mieux laver et qui présente les propriétés suivantes après avoir été desséché à 100° : il est insoluble dans l'eau; les acides sulfurique et azotique concentrés ne l'attaquent pas à froid; ces mêmes acides étendus de trois fois leur volume d'eau ne l'attaquent pas à l'ébullition; l'acide sulfureux le dissout et précipite ensuite du sélénium; l'acide chlorhydrique l'attaque très facilement à froid avec dégagement de chlore; les dissolutions alcalines le décomposent en sesquioxyde de manganèse et acide sélénieux; chauffé vers 200°, il ne perd pas d'eau; vers 600°, il perd de l'acide sélénieux et donne une poudre rose qui est soluble dans l'eau et qui est du séléniate de protoxyde de manganèse.

» L'analyse a donné :

Mn^2O^3	26,220	26,192
SeO^2	73,780	73,732
	99,980	99,924

» Ce corps aurait donc pour formule $Mn^2O^3, 4SeO^2$; la théorie donne pour cette formule :

Mn^2O^3	26,211
$4SeO^2$	73,789
	100,000

» Ce sélénite acide de manganèse, chauffé en tube scellé pendant quatre heures à 140° avec de l'eau, se décompose en donnant un nouveau corps cristallisé en petits prismes verts, qui est du séléniate de protoxyde de manganèse et de l'acide sélénieux.

» Ce corps soumis à l'analyse a donné :

Mn^2O^3	41,425	41,502
SeO^2	38,381	38,395
	99,806	99,897

Il aurait pour formule $Mn^2O^3, 2SeO^2$: c'est un sélénite basique de sesquioxyde de manganèse. La théorie donne pour cette formule :

Mn^2O^3	41,535
$2SeO^2$	58,465
	100,000

» Ce sélénite est, comme le précédent, insoluble dans tous les réactifs cités plus haut; seuls, l'acide chlorhydrique le dissout avec dégagement de chlore; l'acide sulfureux produit un dépôt de sélénium; les dissolutions alcalines le décomposent en sesquioxyde de manganèse et acide sélénieux; chauffé vers 600°, il ne donne pas d'acide sélénieux.

» On peut obtenir ce sélénite directement en chauffant pendant six heures en tube scellé, à 140°, 1éq de $MnO^2, 4HO$ avec 2éq d'acide sélénieux en solution concentrée.

» Enfin, si l'on abandonne ce sélénite basique pendant un mois avec un excès d'acide sélénieux en dissolution, il absorbe une partie de cet acide et se transforme en un nouveau corps rouge, bien cristallisé, dont les propriétés ne diffèrent pas beaucoup des deux sels précédents; il est

hydraté et il perd son eau vers 200°; à une plus haute température, vers 600°, il dégage de l'acide sélénieux et donne le sélénite basique

$$Mn^2O^3, 2SeO^2.$$

» A l'analyse on trouve :

HO	16,625
Mn^2O^3	27,120
SeO^2	56,065
	99,810

ce qui correspond à la formule $Mn^2O^3, 3SeO^2, 5HO$. Ce corps est donc le sélénite neutre de sesquioxyde de manganèse; la théorie donne :

5HO	16,610
Mn^2O^3	27,016
$3SeO^2$	56,374
	100,000

» Ces recherches démontrent donc que l'acide sélénieux, en agissant sur le bioxyde de manganèse, paraît produire d'abord du sélénite de bioxyde de manganèse qui, en se décomposant, donne différents sélénites de sesquioxyde de manganèse ; elles prouvent aussi que l'acide sélénieux n'est pas oxydé directement par l'hydrate de bioxyde de manganèse et que, lorsque cette oxydation se produit, elle forme un corps secondaire provenant de la décomposition soit du sélénite de bioxyde, soit du sélénite acide de sesquioxyde de manganèse, par voie sèche ou par voie humide [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hydrates du chlorure de baryum.* Note de M. H. Lescœur, présentée par M. Troost.

« 1. Les systèmes constitués par le chlorure de baryum et l'eau offrent à 100° les tensions suivantes :

	mm
Solution saturée, environ	664
BaCl + 2,00HO, sel cristallisé	620
BaCl + 1,90HO, sel effleuri	626
BaCl + 1,20HO, sel effleuri	615
BaCl + 0,94HO, sel très effleuri	272
BaCl + 0,18HO, sel presque anhydre	270

[1]) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Fremy, au Muséum d'Histoire naturelle.

» Deux hydrates définis sont évidents : l'hydrate ordinaire

BaCl, 2HO

et le monohydrate

BaCl, HO.

» Ce dernier ne se trouve pas ordinairement mentionné dans les Ouvrages de Chimie. Pourtant son existence a été indiquée par M. J. Thomsen, qui a vu que l'addition successive au chlorure anhydre de 2^{mol} d'eau dégageait des quantités de chaleur inégales (¹), et par M. W. Müller-Erzbach (²) qui a observé, avec l'hydrate cristallisé, que le départ des 2^{mol} d'eau se faisait avec des vitesses différentes.

» On voit pourquoi l'hydrate BaCl, HO ne peut être obtenu en abandonnant à la température de 100° le sel cristallisé. Dans ces conditions, la déshydratation va jusqu'au chlorure anhydre.

» Le monohydrate se produit avec facilité quand on place le sel hydraté ordinaire dans une étuve réglée à 60° ou 65°. A cette température, BaCl, 2HO s'effleurit assez rapidement, tandis que BaCl, HO s'effleurit à peine ou demeure inaltéré suivant l'état hygrométrique.

» 2. A la température ordinaire, le chlorure de baryum cristallisé ne s'effleurit pas, même sur l'acide sulfurique moyennement concentré : ce qui est l'indice d'une tension de dissociation très faible. Au contraire, placé dans l'air humide, il prend de l'eau. Un échantillon, abandonné sous une cloche humide, à des températures inférieures à + 10°, pendant les mois de décembre 1886 et de janvier 1887, a augmenté de poids d'une manière continue, tout en restant parfaitement sec. Il avait gagné 4,5 pour 100 de son poids en eau quand on a mis fin à l'expérience. Les tensions ont été, à + 10° :

	mm
BaCl + 2,00 HO, tension inférieure à	2,7
BaCl + 2,25 HO, environ	7,5
BaCl + 2,40 HO	7,5
BaCl + 2,61 HO	7,4

» Cette expérience ne peut être interprétée que par l'existence au-dessous de + 10° d'un nouvel hydrate défini, contenant plus de $2^{éq}$ d'eau.

(¹) J. Thomsen, *Recherches thermochimiques*, t. III, p. 160.

(²) W. Müller-Erzbach, *La constitution des sels hydratés d'après leurs tensions de dissociation à la température ordinaire* (*Bulletin de la Société chimique allemande*, t. XIX, p. 127).

» La détermination de la formule de ce composé par l'examen de la proportion totale de l'eau qu'il peut fixer est impraticable, en raison de la grande lenteur avec laquelle s'opère cette absorption; mais on peut résoudre la question par des considérations d'une autre nature.

» On sait que les solutions sursaturées de chlorure de calcium, par l'addition de chlorure de baryum ordinaire, laissent immédiatement cristalliser du chlorure de calcium à $6^{\text{éq}}$ d'eau, fait observé par M. Lefebvre, qui n'en a point trouvé d'explication satisfaisante [1].

» L'hypothèse d'un hydrate BaCl, 6HO, isomorphe avec CaCl, 6HO, rend compte du phénomène de la façon la plus nette, en même temps qu'elle complète les analogies qui existent entre les chlorures de baryum, de strontium et de calcium.

» Je pense donc que le nouvel hydrate est

BaCl, 6HO.

Il en existerait toujours des traces, incomplètement dissociées, dans le chlorure de baryum à la température ordinaire.

» 3. Le chlorure de baryum fournirait en résumé les hydrates suivants :

Chlorure de baryum monohydraté.......	BaCl, HO
» bihydraté..........	BaCl, 2HO
» hexahydraté	BaCl, 6HO

» Les tensions de dissociation de ces composés varient à peu près comme il suit :

Températures.	BaCl, 6HO.	BaCl, 2HO.		BaCl, HO.
°	mm	mm	mm	mm
5...............	5,4	»	»	»
10...............	7,5	»	M. Pareau [2]	»
30...............	»	5,7	4,0	»
40...............	»	10,5	14	»
50...............	»	»	27	»
60...............	»	60	»	»
80...............	»	208	»	50,5
100...............	»	623	»	271

---

(1) E. Lefebvre, *Note sur la sursaturation du chlorure de calcium* (*Comptes rendus*, t. LXX, p. 684).

(2) A.-H. Pareau, *Sur les tensions de dissociation des sels hydratés* (*Annales de Poggendorff*, nouvelle série, t. I, p. 59).

CHIMIE. — *Sur les chromo-iodates.* Note de M. A. **Berg**, présentée par M. Berthelot.

« Ces sels se forment lorsqu'on ajoute de l'acide iodique à une solution d'un bichromate, ou de l'acide chromique à la solution d'un iodate.

» Ils peuvent être envisagés comme dérivant d'un acide monobasique représentant un anhydride mixte chromo-iodique. Cet acide se forme par l'union d'une molécule d'acide chromique normal et d'une molécule d'acide iodique avec perte d'une molécule d'eau. Sa formule de constitution est

$$CrO^2 \begin{cases} O - IO^2 \\ OH \end{cases};$$

il a d'ailleurs été obtenu.

» *Caractères généraux des chromo-iodates.* — Ils se présentent généralement sous forme de croûtes cristallines à cristaux très petits et rarement sous forme de cristaux isolés.

» Ces sels subissent de la part de l'eau une action décomposante qui tend à les scinder en iodates et acide chromique libre. Toutefois cette décomposition est limitée et est empêchée par la présence d'un excès d'acide chromique. Il y a là une sorte de phénomène de dissociation, l'acide chromique mis en liberté par suite du dédoublement d'une partie du sel préservant le reste de la décomposition. Pour faire cristalliser ces sels, il faut donc ajouter de l'acide chromique à leur solution.

» Soumis à l'action de la chaleur, les chromo-iodates perdent leur eau à 120°-140° lorsqu'ils sont hydratés. Si la température continue à s'élever, il se produit un dégagement d'oxygène et de vapeurs d'iode et il reste un résidu de bichromate.

» Les solutions de ces sels sont acides, et donnent par les alcalis et les carbonates alcalins un mélange de chromate et d'iodate.

» Les chromo-iodates cèdent facilement leur oxygène aux corps réducteurs. L'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré donnent de l'acide iodhydrique, du sulfate de sesquioxyde de chrome et le sulfate de la base du sel.

» Les substances organiques portent leur action sur l'acide chromique : il suffit de placer sous une même cloche deux capsules contenant, l'une une solution de sel, l'autre de l'alcool et de l'éther, pour que la réduction soit effectuée au bout de quelques heures. Il se dépose une poudre verte

qui est de l'iodate de chrome, et il reste en solution un mélange de chromate neutre et de bichromate. La réaction est probablement

$$6CrO^2 \begin{matrix} \diagup O-IO^2 \\ \diagdown OM \end{matrix} - 3O = Cr^2(IO^3)^6 + 2CrO^4M^2 + Cr^2O^7M^2$$

(M représentant un métal monoatomique).

» Les sels obtenus sont à base alcaline. Il faut y joindre quelques autres sels, ceux de magnésie, de cobalt, de nickel, etc., dont l'étude n'est pas achevée. Quant aux sels à base alcalino-terreuse, ils paraissent ne se former dans aucune circonstance.

» L'analyse de ces composés a été faite en les réduisant par l'acide sulfureux, et dosant ensuite le sesquioxyde de chrome et l'acide iodhydrique formés. La base a été dosée par les méthodes ordinaires. Enfin l'eau se détermine en chauffant le sel dans un petit tube taré à une température de 120°-140°, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de perte de poids.

» *Acide chromo-iodique* $CrO^2 \begin{matrix} \diagup O-IO^2 \\ \diagdown OH \end{matrix} + 2H^2O$. — Pour le préparer, on dissout dans une petite quantité d'eau une molécule d'acide chromique et une molécule d'acide iodique. Par concentration sur l'acide sulfurique, il se forme une masse cristalline rouge-rubis que l'on essore sur une pierre ponce au-dessus de l'acide sulfurique.

» Ces cristaux sont déliquescents et n'ont pu être déterminés. Ils paraissent appartenir au système orthorhombique.

» Soumis à l'analyse, ces cristaux ont fourni les nombres

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	32,05	32,9	32,7
I^2O^5	53,52	52,9	53,1
H^2O	14,42	14,8	14,9

» Ces nombres s'accordent avec la formule $CrO^2 \begin{matrix} \diagup O-IO^2 \\ \diagdown OH \end{matrix} + 2H^2O$.

» Par l'action de la chaleur, il fond d'abord, perd de l'eau, puis de l'oxygène et de l'iode. Il oxyde l'alcool, mais avec beaucoup moins d'énergie que l'anhydride chromique. Il se dépose souvent dans cette préparation une poudre chatoyante jaune orange qui paraît être constituée par du chromo-iodate de potasse provenant de la présence de cette base, soit dans l'acide chromique, soit dans l'acide iodique employés.

» *Chromo-iodate de potasse* $CrO^2 \begin{matrix} \diagup O-IO^2 \\ \diagdown OK \end{matrix}$. — On l'obtient par évapora-

tion d'une solution d'une molécule de bichromate de potasse, de deux molécules d'acide iodique avec un petit excès d'acide chromique, ou par la dissolution de l'iodate de potasse dans un excès d'acide chromique.

» Il forme des croûtes cristallines rouge vif ayant une tendance marquée à prendre la forme hémisphérique. Il se forme quelquefois dans les dernières eaux mères des cristaux isolés isomorphes avec le sel d'ammoniaque.

» Lorsque la solution renferme un grand excès d'acide chromique, le sel se dépose sous forme de paillettes jaune orange, ressemblant à l'acide borique. Ce sel est anhydre. Sa densité est de 3,66.

» L'analyse a donné les nombres :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	31,84	32,5	32,9
I^2O^5	53,18	53,1	52,7
K^2O	14.98	14,9	14,8

» *Chromo-iodate d'ammoniaque* $CrO^3\left\langle\begin{matrix}O-IO^2\\ OAzH^4\end{matrix}\right.$. — On l'obtient comme le sel de potasse.

» Il constitue une masse cristalline rouge dont les cristaux appartiennent au système orthorhombique. Il est assez soluble dans l'eau. Sa densité est égale à 3,50.

» L'analyse a donné :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	34,13	35,0	34,8
I^2O^5	56,99	56,3	56,4
AzH^3	5,80	5,6	»
H^2O	3,07	»	»

» Il paraît exister un second sel hydraté dont la formule serait

$$CrO^3\left\langle\begin{matrix}O-IO^2\\ OAzH^4\end{matrix}\right. + H^2O.$$

» En effet, l'analyse d'un sel déposé dans des conditions mal déterminées a donné les nombres

CrO^3.......... 32,8 I^2O^5.......... 53,2

qui s'accordent avec la formule précédente

» *Chromo-iodate de soude* $CrO^2\left\langle\begin{matrix}O-IO^2\\ ONa\end{matrix}\right. + H^2O$. — Même préparation que pour les précédents.

» Croûtes cristallines rouges très solubles dans l'eau. Les cristaux sont trop petits pour être déterminés.

Ce sel est hydraté et contient une molécule d'eau de cristallisation. Il a fourni à l'analyse :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	31,64	33,0	32,5
I^2O^5	52,84	52,1	52,4
Na^2O	9,81	9,4	»
H^2O	5,69	5,4	»

» L'analyse donne une proportion d'acide chromique plus grande que celle qui est déduite de la formule. Cela provient de la difficulté de priver le sel de l'excès d'acide chromique que l'on doit ajouter chaque fois à la solution. La même remarque s'applique à un degré moindre aux autres sels.

» La densité a été trouvée de 3,21.

Chromo-iodate de lithine $CrO^3 \begin{cases} O-IO^2 \\ OLi \end{cases} + H^2O$. — Croûtes cristallines rouges se préparant comme les précédentes.

L'analyse a donné les nombres :

	Calculé.	Trouvé.	
CrO^3	33,33	33,4	33,1
I^2O^5	55,66	54,6	55,2
Li^2O	5,00	4,8	»
H^2O	6,00	6,5	»

CHIMIE. — *Sur la constitution des argiles.* Note de M. H. Le Chatelier, présentée par M. Daubrée.

« Les argiles, ainsi que je l'ai établi précédemment ([1]), peuvent être classées, d'après leur décomposition pyrogénée, en cinq catégories distinctes, qui ne présentent généralement pas de mélanges entre elles. Il y avait lieu de rechercher, en outre, la présence de silice et d'alumine libre.

» Sous l'influence d'un échauffement progressif, la silice hydratée donne un ralentissement entre 100° et 200°. L'alumine hydratée se comporte d'une façon très variable, suivant sa provenance. Précipitée de l'aluminate de soude, elle montre un premier temps d'arrêt avant 200° et un

([1]) *Comptes rendus*, même Volume, p. 1443.

second finissant à 360°. Précipitée des sels aluminiques ou obtenue par la calcination modérée de l'azotate, elle donne sensiblement les mêmes arrêts et, en outre, une accélération brusque à 850°. C'est à la suite de ce dégagement de chaleur que l'alumine devient insoluble dans les acides. Enfin, l'alumine hydratée de la bauxite donne un ralentissement se terminant à 700°, c'est-à-dire à la même température que celui des halloysites. Il résulte de là que la présence de la silice hydratée ne peut être mise en évidence dans aucun des silicates d'alumine hydratés qui donnent à peu près tous un ralentissement entre 100° et 200°; les deux premiers hydrates d'alumine ne peuvent, au contraire, se rencontrer dans aucun cas; celui de la bauxite ne peut exister que dans le groupe des halloysites.

» On voit, en outre, que le dégagement de chaleur observé dans la cuisson des argiles des premier et second groupes doit être attribué à la transformation moléculaire de l'alumine. C'est, en effet, après ce phénomène que l'alumine des argiles devient insoluble dans les acides. Cette alumine libre, qui n'existait pas primitivement dans l'argile, résulte de la décomposition de cette dernière au moment de sa déshydratation.

» Pour compléter cet étude, il reste à déterminer la composition chimique des silicates d'alumine qui communiquent à chaque groupe ses caractères distinctifs. Deux d'entre eux sont déjà parfaitement connus. Le quatrième groupe est celui de la *pyrophyllite* $4SiO^2, Al^2O^3, HO$. Le troisième groupe est celui du *kaolin* $2SiO^2, Al^2O^3, HO$. Le deuxième groupe, celui des *allophanes,* ne renferme qu'un petit nombre d'argiles dont la formule paraît être, d'après les analyses connues, SiO^2, Al^2O^3, Aq. Le cinquième groupe, celui de la *montmorillonite*, comprend un plus grand nombre d'argiles; mais elles sont généralement très impures, renferment des alcalis, de la chaux, du fer, du manganèse, dont la présence se manifeste par la fusibilité de la matière. Parmi celles-ci, la stéargilite de Poitiers m'a paru fournir le produit le plus pur. Lavée à l'eau légèrement acidulée, elle abandonne, outre son calcaire, une argile rouge extrêmement ténue, qui reste en suspension, et elle laisse comme résidu une argile blanche très homogène. Son analyse m'a donné :

SiO^2	49
Al^2O^3	23,1
Fe^2O^3	2,4
CaO	0,5
HO à 250	16,7
HO au rouge	7
	98,7

Les analyses antérieurement faites de la confolensite et de la montmorillonite se rapprochent de la précédente; celle de la cimolite donne un peu plus de silice. Leur composition peut être représentée par la formule

$$4SiO^2, Al^2O^3, HO, Aq.$$

» Le premier groupe, celui des *halloysites*, est de beaucoup le plus important; il comprend la totalité des argiles sédimentaires et la majeure partie des argiles chimiques. Les premières sont formées, d'après les travaux de M. Schlœsing, par un mélange de quartz, de silicate d'alumine cristallisé et d'argile colloïdale. Elles sont trop complexes pour que l'on puisse déduire aucune conséquence de leur analyse chimique brute. Les argiles chimiques se rencontrent, au contraire, souvent à un très grand état de pureté, reconnaissable à leur blancheur, à leur infusibilité, à l'homogénéité et à la finesse de leur grain. Elles présentent alors une composition très régulière, représentée par la formule $2SiO^2, Al^2O^3, 2HO, Aq$, comme le montrent les analyses suivantes faites sur des échantillons triés avec soin, qui m'avaient servi pour mes essais par calcination. La matière avait été préalablement chauffée à 250° pour chasser l'eau hygrométrique. Les provenances étaient les suivantes :

» 1, Angleur. 2, Huelgoat. 3, Miglos. 4, Breteuil. 5, Laumède. 6, Eifel. 7, Russie.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Calculé.
SiO^2	46,3	47,9	46,3	48,3	48,7	46,6	47,4	46,4
Al^2O^3	39,5	38	38,7	35,6	36,5	39,3	38,8	39,7
HO	14,3	14,3	14	14,3	13,6	13	14	13,9
	100,1	100,2	99,0	98,2	98,8	98,9	100,2	100,0
Eau hygrométrique ..	8,5	5,4	6,5	12,5	4	3,5	7	

» L'eau se divise très nettement en deux parties : l'une part à 150° après vingt-quatre heures de chauffe ou à 250° en un quart d'heure; l'autre ne commence à s'en aller qu'au-dessus de 400°. La proportion de celle-ci est toujours très exactement de $2^{éq}$ pour $1^{éq}$ d'alumine. Le rapport de la silice et de l'alumine, qui dans la grande majorité des cas est celui qui est donné dans les analyses ci-dessus, s'écarte dans quelques cas de sa valeur normale par suite du mélange de silice ou d'alumine libre. Je citerai d'abord les bauxites siliceuses; la bauxite blanche de Brignoles, sur laquelle ont porté mes expériences, renferme un peu moins de $1^{éq}$ de silice pour $1^{éq}$ d'alumine. La présence d'alumine libre dans ce produit ne saurait faire aucun doute. Par contre, les analyses du savon de Plombières donnent une quantité de

silice variant entre $3^{éq}$ et $4^{éq}$; mais, dans ce cas encore, j'ai reconnu que la proportion d'eau de combinaison rapportée à l'alumine gardait sa valeur normale. Cela rend bien vraisemblable la présence de silice libre; ce produit d'ailleurs, malgré son apparence, est assez impur et très irrégulier : il renferme du sulfate de chaux, de la magnésie, etc.

» Mais ces écarts de composition sont rares, et l'on peut admettre pour la formule du silicate d'alumine de ce groupe

$$2SiO^2, Al^2O^3, 2HO, Aq.$$

C'est la même formule que celle du kaolin, mais on ne saurait réunir ces deux composés qui possèdent des propriétés tout à fait différentes. L'action des acides après déshydratation, le dégagement de chaleur à 1000° établissent une distinction parfaitement tranchée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle bétaïne, la triméthyl α-amidobutyrobétaïne.* Note de M. **E. Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Cette bétaïne s'obtient en faisant réagir une solution alcoolique de triméthylamine en excès (1^{mol},5 environ) sur l'éther bromobutyrique (1^{mol}).

» Aussitôt le mélange des deux corps effectué, il se produit un précipité assez important, mais il n'y a pas échauffement. En abandonnant ensuite le mélange à lui-même, il se forme des cristaux volumineux. Ceux-ci augmentent lentement et, après quelques jours, ils occupent le quart environ du volume total. En chauffant pendant douze heures, en vase clos, à 100°, on termine la réaction. On traite ensuite par la baryte, pour décomposer le bromhydrate de triméthylamine qui a pris naissance et saponifier le produit d'addition de la triméthylamine et de l'éther bromobutyrique; on distille, puis on précipite exactement la baryte par l'acide sulfurique; finalement on traite par l'oxyde d'argent et l'on concentre.

» On obtient un liquide sirupeux, alcalin, ce qui indique la formation d'une certaine quantité d'hydrate de tétraméthylammonium. Fortement concentré, ce sirop se prend en masse. On traite par l'alcool, et l'on fait cristalliser. Après plusieurs cristallisations dans l'alcool, on obtient des cristaux volumineux, transparents. Ces cristaux, à 120°, deviennent opaques et perdent 1^{mol} d'eau de cristallisation. Soumis à l'analyse après des-

siccation à 120°, ils répondent parfaitement à la composition de la triméthyl α-amido-butyrobétaïne, qui a pour formule

$$\begin{array}{c} CH^3-CH^2-CH-CO \\ \quad\quad | \quad\quad | \\ (CH^3)^3\equiv Az-O \end{array}$$

	Calculé.	Trouvé.
C^7	57,93	57,81
H^{15}	10,35	10,61
Az	9,62	9,72

» Cette bétaïne est excessivement soluble dans l'eau, elle est très soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther. Elle est neutre. Elle cristallise dans l'alcool en cristaux volumineux et transparents renfermant 1^{mol} d'eau de cristallisation. Ils ont une saveur amère.

» Les eaux mères alcooliques d'où se sont déposés les cristaux de cette bétaïne en renferment encore beaucoup, ainsi qu'une notable quantité d'hydrate de tétraméthylammonium. A l'aide du chlorure de platine et de cristallisations méthodiques, on obtient facilement les chloroplatinates de ces bases à l'état de pureté.

» Le chloroplatinate de la triméthyl α-amido-butyrobétaïne se présente en prismes allongés surmontés d'un pointement qui donne aux cristaux l'aspect d'octaèdres très allongés. Ces cristaux sont jaune orangé, leur poussière est jaune chamois. Ils renferment 1^{mol} d'eau de cristallisation qu'ils perdent à 100°. Ils sont à peine solubles dans l'alcool.

» Soumis à l'analyse après dessiccation, ils ont fourni les résultats suivants :

	Calculé.	Trouvé.
C^{14}	23,89	23,94
H^{32}	4,55	4,69
Pt	28,16	28,05

» Le chlorhydrate de cette bétaïne a été obtenu en décomposant le chloroplatinate par l'hydrogène sulfuré; il semble incristallisable, même dans l'alcool.

» Le chloro-aurate est assez intéressant. En traitant la solution du chlorhydrate par le chlorure d'or, il se forme une sorte de précipité blanc jaunâtre, qui n'est autre chose qu'une émulsion d'une huile jaune, lourde; par agitation celle-ci se rassemble. A l'ébullition, cette huile entre en dissolution dans l'eau; par refroidissement, le liquide se trouble, l'huile réap-

paraît, mais après quelques heures il se forme des cristaux lamellaires et bientôt l'huile elle-même se transforme en cristaux.

» Les tentatives faites pour obtenir la bétaïne butyrique éthylée ont complètement échoué; la triéthylamine réagit incomplètement, il est vrai, sur l'éther bromobutyrique, mais il y a réaction, car il y a une abondante formation de cristaux. Il se forme comme produit principal de la réaction de l'acide α-oxybutyrique.

» La triéthylamine, sèche ou humide, en réagissant sur l'acide bromobutyrique, fournit également comme produit principal de la réaction de l'acide α-oxybutyrique.

» En faisant agir l'iodure d'éthyle sur l'acide α-amidobutyrique en présence de la potasse alcoolique, je n'ai pas été plus heureux : il ne s'est pas formé de bétaïne; la réaction a fourni comme produit principal de l'acide diéthylamidobutyrique. Mais, en faisant réagir l'éther α-bromopropionique sur la triéthylamine, je suis parvenu à constater la formation d'une petite quantité de triéthyl α-amidopropiobétaïne à l'état de chloroplatinate ([1]). Le chloroplatinate de cette base est en aiguilles jaune orangé ou en tables s'effleurissant à l'air. Le rendement est détestable; 200^{gr} d'éther bromopropionique ont fourni 2^{gr} environ de chloroplatinate de bétaïne. Le produit principal de la réaction est de l'acide lactique ([2]). Il se forme en outre un peu d'hydrate de tétraéthylammonium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux camphres mononitrés isomériques dérivés du camphre ordinaire.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« J'ai signalé, l'année dernière ([3]), la transformation du camphre chloronitré sous l'influence du cuivre, du zinc et du fer, et des alcalis en camphre mononitré donnant des sels cristallisés nettement définis.

» En approfondissant cette réaction, je suis parvenu à isoler deux isomères formés simultanément, parfaitement distincts, se différenciant aussi

---

([1]) A l'analyse, ce chloroplatinate a fourni pour 100 : Pt, 26,04; C, 28,43; H, 5,39. La théorie demande pour 100 : Pt, 26,22; C, 28,46; H, 5,27.

([2]) Bruhl, en faisant agir l'éther α-chloropropionique sur la triéthylamine, avait complètement échoué (*Deutsche chemische Gesellschaft,* t. IX, p. 34).

([3]) *Comptes rendus,* 16 juillet 1886.

bien par les caractères physiques que par les caractères chimiques. J'ai reconnu également que les deux camphres chloronitrés isomériques que j'ai décrits [1] donnent chacun naissance à ces deux mêmes dérivés mononitrés.

» Pour les préparer, on fait réagir le zinc recouvert de cuivre sur les camphres chloronitrés mélangés, produits dans l'attaque du camphre monochloré par l'acide nitrique fumant. 600^{gr} de grenaille de zinc sont additionnés de 1^{lit} d'une solution de sulfate de cuivre à 10 pour 100. Quand le cuivre est déposé, on lave, on ajoute 1500^{gr} d'alcool à 930, puis 300^{gr} des camphres chloronitrés.

» On chauffe pendant cinq minutes en pleine ébullition au bain-marie. On décante l'alcool chaud pour arrêter l'action. On a un liquide brun, tenant en dissolution les deux camphres mononitrés à l'état de combinaison zincique et cuprique. On ajoute, après refroidissement, de la poudre de zinc pour transformer les nitrocamphres en sels zinciques. On filtre un liquide jaune qu'on distille aux deux tiers. On ajoute une dissolution chaude et concentrée de 120^{gr} de carbonate de soude. On chauffe au bain-marie pendant quelques instants en agitant. On ajoute 2^{lit} d'eau, on fait bouillir avec du noir pendant un quart d'heure et l'on filtre. A l'aide de l'acide chlorhydrique, on précipite les nitrocamphres : on obtient un rendement de 30 pour 100 environ.

» On lave à l'eau, on exprime, on expose pendant douze heures au soleil qui décolore le produit légèrement jaune verdâtre. On lave à froid avec l'alcool à 60°, qui enlève un nitrocamphre isomérique β. Il reste un nitrocamphre α insoluble.

» I. *Nitrocamphre α ou acide nitrocamphrique.* — Le nitrocamphre α, insoluble à froid dans l'alcool à 60°, est mis à cristalliser dans l'alcool à 93° bouillant, puis dans la benzine par évaporation lente. Cette dernière abandonne de magnifiques prismes orthorhombiques correspondant à la formule $C^{10}H^{15}(AzO^2)O$.

» Ce camphre mononitré est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool fort, surtout à chaud, très soluble dans la benzine, qui le dissout avec abaissement de température. Il fond à 100°-101° en un liquide incolore qui jaunit si l'on prolonge la fusion, puis se décompose vers 160°. Il brûle tranquillement sur une lame de platine sans déflagrer. Porté brusquement au rouge, il ne détone pas. Il est fortement lévogyre au sein de la benzine,

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, p. 503, mai 1883, et p. 285, février 1884.

faiblement au sein de l'alcool. Le pouvoir rotatoire, au sein de la benzine, diminue avec la richesse de la solution.

» On a $[a]_j = -140°$ pour une solution à 0,676 pour 100 et $[a]_j = -102°$ pour une solution à 5,206 pour 100. On a, dans l'alcool, $[a]_j = -7°,5$ pour une solution à 3 pour 100.

» Le nitrocamphre, que nous appelons *acide nitrocamphrique*, rougit le tournesol, décompose les carbonates, donne des sels très bien cristallisés qui font la double décomposition.

» La solution alcoolique du sel de cuivre est marron, celle du sel ferreux rouge-grenat, celle du sel ferrique rouge-sang. Le sel de quinine est bien cristallisé. On obtient des éthers avec les alcools.

» Bouilli avec la potasse ou la soude concentrée, ce nitrocamphre ne s'altère pas. Chauffé avec l'eau au delà de 100°, en tube scellé, il donne de l'ammoniaque et de l'acide nitrique provenant sans doute de l'acide nitreux; cette décomposition est lente. Sous l'influence d'un mélange d'acide nitrique fumant et d'acide sulfurique, il paraît se former un camphre binitré, que l'eau décompose instantanément, même en opérant à basse température. Il y a dégagement de bioxyde d'azote avec formation d'anhydride camphrique

$$C^{10}H^{14}(AzO^2)^2O = C^{10}H^{14}O^3 + 2AzO.$$

» II. *Nitrocamphre* β *ou acide nitrocamphrique* β. — Le nitrocamphre, que l'on sépare de son congénère à l'aide de l'alcool à 60°, est le corps que nous avons déjà décrit [1]. Il est mou comme le camphre, cristallise mal sous forme d'arborescences microscopiques; il est très soluble dans l'alcool faible et dans la benzine. Il donne à l'analyse élémentaire la composition du camphre nitré. Il fond à 97°-98°. Il est lévogyre dans la benzine plus faiblement que la variété α, et dextrogyre dans l'alcool. Dans la benzine (solution à 3,33 pour 100), on a

$$[a]_j = -75°.$$

» Dans l'alcool (solution à 3,33 pour 100), on a

$$[a]_j = +7°,5.$$

Ce corps est très altérable. Sous l'influence de la chaleur, il jaunit. Les alcalis à l'ébullition l'altèrent profondément.

---

(1) *Comptes rendus*, 16 juillet 1886.

» On peut obtenir des sels qui sont beaucoup plus solubles dans les dissolvants que ceux de l'isomère α. Ainsi le sel sodique est très soluble dans l'alcool absolu froid. Le sel sodique α y est insoluble. Le sel de zinc est également plus soluble dans l'eau. Le sel ferrique au sein de l'alcool présente également une coloration rouge-sang.

» III. Ce ne sont pas là les seuls cas d'isomérie du camphre mononitré. Nous possédons un autre dérivé mononitré très bien cristallisé, nettement défini, se différenciant totalement des précédents par ses propriétés physiques et chimiques. Nous le décrirons prochainement, en établissant les conditions de sa formation. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Calcimètre simplifié*. Note de M. A. **Bernard**, présentée par M. Berthelot.

« Depuis longtemps on connaît le calcimètre de Scheibler, employé principalement pour doser le carbonate de chaux dans le noir animal.

» Cet appareil a été modifié par Dietrich, par G. Rumpf [1] et par MM. Salleron et Pellet. En 1881, j'ai songé à construire et à employer l'un ou l'autre pour doser le calcaire contenu dans la terre fine passant au tamis de dix fils par centimètre, celle que, d'après M. P. de Gasparin, on doit considérer comme seule active.

» J'ai adopté le suivant, que chacun peut construire sans frais; je l'ai appliqué à une centaine de terres les plus diverses, renfermant depuis $0^{gr},02$ jusqu'à 400^{gr} de carbonate de chaux par kilogramme. Il est fondé sur le même principe que les précédents calcimètres.

» *Description de l'appareil.* — L'appareil se compose de deux tubes de 12^{mm} à 15^{mm} de diamètre intérieur et de $0^{m},60$ à $0^{m},80$ de hauteur, fixés sur une planche verticale, communiquant par le bas et formant manomètre; l'un de ces tubes est fermé par le bas au moyen d'un bouchon percé de deux trous dont l'un établit la communication avec le second tube (tube mesureur) et l'autre contient un tube communiquant avec un ajutage de même calibre (5^{mm} à 6^{mm}) fermé par une pince de Mohr. Le tube mesureur est relié par le haut par un tube et un caoutchouc à une fiole conique, dans laquelle s'effectue la décomposition du carbonate, au moyen d'un acide étendu renfermé dans un tube.

(1) Mentionnés dans le *Traité d'Analyse chimique quantitative* de Frésénius.

» *Construction.* — Le tube mesureur est calibré de la manière suivante. On le remplit d'eau, on en fait tomber avec précaution environ 10gr dans un récipient placé sur un trébuchet (dit de pharmacien), pesant au centigramme, ou simplement au décigramme. On note le poids d'eau tombée et le point d'affleurement de l'eau. Nouvelle chute de 10gr environ, nouvelle pesée sans vider le récipient (capsule de porcelaine) et nouvel affleurement marqué. Quand on a ainsi recueilli les 70cc à 100cc que peut contenir le mesureur, on a un assez grand nombre de repères qu'on reporte sur une feuille de papier collée sur la planchette. Il est facile d'avoir une division très exacte en centimètres cubes.

» *Marche d'une opération.* — On introduit 1gr par exemple de terre fine dans la fiole conique, puis, au moyen d'une pince, un tube renfermant 5cc à 10cc d'acide chlorhydrique étendu (acide du commerce étendu de son volume d'eau). On ferme la fiole avec soin, au moyen d'un bouchon, percé de deux trous laissant passer, l'un le tube de dégagement, l'autre un thermomètre sensible à mercure (allant de -5° à $+100^\circ$ par exemple); on rétablit l'égalité de niveau en ajoutant de l'eau qu'on verse par l'entonnoir supérieur ou en la faisant écouler par l'ajutage inférieur, dans un vase cylindrique de 200cc, dont l'eau sort indéfiniment.

» On renverse le tube en inclinant la fiole conique qu'on saisit par le collet : l'acide carbonique se dégage. On maintient, comme il est dit ci-dessus, l'égalité de niveau. On agite la fiole et, lorsque le dégagement est arrêté, on lit le volume, la température et la pression. Le calcul de calcaire, correspondant au volume d'acide carbonique dégagé, est des plus simples, et surtout beaucoup moins long qu'une expérience comparative avec un même poids de calcaire pur.

» *Avantages.* — C'est un véritable appareil de démonstration ; mais c'est surtout lorsque, dans la même soirée par exemple, on opère sur une vingtaine de terres que le calcul est rapide, comme je vais en donner un exemple.

» On a deux fioles de rechange ; on rince l'une pendant que l'autre est en expérience. La seule hésitation à avoir est de préjuger le poids de terre sur lequel on doit opérer pour avoir un volume notable d'acide carbonique ou pour ne pas en avoir un supérieur au volume du tube mesureur.

» L'opération va si vite que, pour plus d'exactitude, je fais deux opérations pour chaque terre. Dans la première j'agis sur 1gr de chacune des terres en expérience (ce qui parfois est trop); je note le volume, je déduis mentalement le poids de terre à employer pour avoir de 60cc à 80cc si l'ap-

pareil peut en contenir de 70 à 100, sans toutefois dépasser un poids de terre supérieur à 50^{gr} (avec plus de 5^{gr} de terre, ajouter autant de centimètres cubes d'eau qu'il y a de grammes de terre).

Nouvelle série d'opérations dans lesquelles le poids de terre à employer est très variable et peut aller de $0^{gr},5$ à 50^{gr}.

» Les poids au-dessous de 5^{gr} sont pesés à la balance de précision; ceux au-dessus de 5^{gr} sont pesés au trébuchet de pharmacien.

» Pour 20 expériences faites dans un espace de temps assez restreint, on n'a que 3 logarithmes à chercher pour la première opération, celui de V, celui de l'expression $\frac{1.293}{(1+\alpha t)760}$ et celui de H_0; les deux autres sont des nombres constants.

» Pour les 19 autres, on n'a qu'un logarithme à chercher, celui de V, auquel on ajoute le logarithme des 4 facteurs.

» Ce qu'il y a de plus incertain, c'est la température : or elle influe notablement sur le résultat; pour l'avoir constante, on peut agiter la fiole conique au sein d'une masse d'eau maintenue à la température ambiante.

» L'acide carbonique provenant des calcaires dolomitiques est compté totalement pour le carbonate de chaux, ce qui est une légère erreur.

» On peut penser qu'il faudrait tenir compte : 1° de la tension de vapeur d'eau, à la température à laquelle on opère; 2° de la solubilité de l'acide carbonique dans l'eau; 3° de l'inégalité de température dans les diverses parties de l'appareil. Mais c'est inutile, comme le prouvent les expériences suivantes, faites en vue de déterminer les corrections à effectuer :

» *Janvier* 1885. Carbonate de chaux rhomboédrique limpide (cristallisé en dent de cochon) et enlevé à coups de marteau d'une pierre du jurassique à laquelle il adhérait; finement pulvérisé.

» Poids, 3 *décigrammes*. Les appareils par perte ont donné une différence de poids de 120 *milligrammes*.

» L'appareil précédent a donné

$$72^{cc} \ (t = 17° \text{ à } 19°;\ H = 749).$$

» Le calcul donne

CO^2.	Température.
132^{mg}	17°
131^{mg}	18°
130^{mg}	19°

» Or la quantité d'acide carbonique contenue dans $0^{gr},3$ de $CaOCO^2$ pur est

$$\frac{300 \times 22}{50} = 132^{mg}.$$

» L'expérience a été recommencée avec des poids variant de $0^{gr},2$ à $0^{gr},3$ de spath d'Islande bien limpide et finement pulvérisé. Toujours la même exactitude a été constatée. Cette méthode en volume est donc à la fois *plus rapide* et *plus exacte;* voilà pourquoi elle est si facilement applicable à la terre fine et donne des résultats utiles à la connaissance des terres. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Contribution à l'étude du sol de la Tunisie.* Note de M. H. **Quantin**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les Communications de M. Thomas, relativement aux gisements de phosphates de la Tunisie, nous engagent à mettre sous les yeux de l'Académie les résultats auxquels nous a conduit l'analyse de différents sols de la Tunisie, et qui nous paraissent de nature à faire ressortir l'importance locale des gisements en question.

	Azote par kilogramme.	Acide phosphorique par kilogramme.
	gr	gr
Environs de la gare de Béja	0,75	0,065
Terres voisines de l'Oued Béja	0,90	0,408
Entre la ville et la gare de Béja	0,11	0.084
Terres de Souk el Kmir	1,65	0,572
» Oued Zargua	1,43	0,168
» Bordj Toum	1,06	0,462
» Manouba	1,57	0,136
	0,72	0,105
» Sidi Zéhili	1,30	0,520
» Ben Béchir	1,21	0,489
» Emplacement de Carthage	0,48	1,530
	0,54	1,700
	0,42	1,650

» Le Tableau qui précède montre que l'acide phosphorique fait généralement défaut dans les sols de la vallée de la Medjerdah, ce qui s'explique par ce fait qu'ils ont produit de tout temps des céréales sans jamais récupérer l'acide phosphorique exporté; l'azote s'est maintenu en quantité satisfaisante, grâce au pouvoir fixateur du sol. On ne saurait donc, à notre avis, trop insister sur l'importance que présente pour la Tunisie l'existence des gisements de phosphate reconnus par M. Thomas; là est vraisemblablement le remède à la médiocrité des récoltes dont se plaignent beaucoup de

colons, qui croient avoir affaire à un sol vierge parce qu'il est resté longtemps sans culture. Partout où l'eau ne manque pas, l'emploi des phosphates rétablira certainement l'antique fertilité disparue; d'autre part, l'abondance sur le marché européen des phosphates de toute provenance, dont la quantité ne fera que s'accroître avec les progrès de la déphosphoration, nous porte à penser que, eu égard à leur situation, les gisements de phosphates de la Tunisie présentent surtout de l'intérêt pour la culture du nord de l'Afrique, où ils pourront actuellement circuler de Tunis à Oran sans transbordement. »

ZOOLOGIE. — *Sur la fonction de l'organe énigmatique et de l'utérus des* Dendrocœles *d'eau douce*. Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« I. *Utérus*. — Cet organe existe chez toutes les Planaires d'eau douce; c'est une cavité de forme variable, très irrégulière chez *Dendr. lacteum*, piriforme chez *Pl. polychroa* et qui, comme l'a montré Isao Jijima, présente chez *Polyc. tenuis* deux branches longitudinales réunies par une branche transversale disposée en H. L'utérus se trouve, en général, situé entre la gaine du pharynx et la partie antérieure du pénis; il est en communication par un canal, qui passe au-dessus de la gaine du pénis, avec le cloaque génital, vaste cavité dans laquelle se trouvent, outre l'orifice du canal utérin, celui de l'oviducte commun, et les extrémités libres du pénis et de l'organe énigmatique.

» La structure de l'utérus est assez bien connue; il n'en est pas de même de son rôle physiologique.

» Se basant sur la disposition anatomique de l'appareil génital et sur la nature de l'épithélium utérin, Jijima croit que cet organe n'a rien de commun avec celui qui porte le même nom chez les autres animaux; il n'y a jamais rencontré ni spermatozoïdes, ni œufs, ni cellules vitellines (*Dotterzellern*), bien qu'il ait fait ses observations à l'époque de la ponte; il le considère uniquement comme une glande sécrétant la substance destinée à former l'enveloppe du cocon. Il est bien établi que le cocon se forme dans le cloaque génital; on comprend donc qu'il était difficile d'assigner à l'utérus une autre fonction que celle que lui attribue Jijima.

» II. *Organe énigmatique*. — Cet organe piriforme est désigné par O. Schmidt sous le nom de *räthselhaftes Organ;* par Jijima sous celui de

muskulöse Drusenorgan. Aucun auteur ne lui a donné un nom particulier.

» Il fait défaut chez *Pl. polychroa; chez Dendr. lacteum,* c'est un organe musculeux, aussi gros que le pénis, creusé à l'intérieur d'une cavité, avec revêtement épithélial, s'ouvrant dans le cloaque génital. Quelquefois cet organe est complètement musculeux et ne présente pas de cavité (*Polycelis*), mais alors il est double (*Pol. tenuis, cornuta, nigra*).

» Quant à la fonction de cet organe, on ne sait rien de précis. Jijima le considère comme une glande et pense qu'il peut jouer un rôle au moment de la ponte; Max Schultze présume qu'il peut servir à la formation de l'enveloppe du cocon et à l'adhérence de celui-ci aux corps extérieurs.

» Il est incontestable qu'un organe qui possède une paroi musculaire aussi épaisse et dont les fibres musculaires présentent une disposition aussi complexe ne peut *a priori* être considéré simplement comme une glande. C'est évidemment l'élément contractile qui domine de beaucoup dans sa structure, c'est lui qui doit jouer le principal rôle; on peut d'ailleurs se rendre compte sur le vivant combien ses mouvements sont variés.

» Je possède des coupes de plusieurs exemplaires de Planaires qui montrent à l'intérieur de l'utérus des œufs, des cellules vitellines et des spermatozoïdes, ainsi que la substance déjà connue sécrétée par l'épithélium utérin. Il ne peut donc plus y avoir de doute sur le rôle de l'utérus; c'est évidemment une poche où s'accomplit l'imprégnation. Un de mes exemplaires montre même une traînée de spermatozoïdes sortant du canal utérin et pénétrant sous forme de jet dans l'utérus qui renferme déjà des cellules vitellines et des œufs. On pourrait donc conclure de cette observation que ces derniers arrivent dans l'organe avant les spermatozoïdes; mais, d'un autre côté, d'autres exemplaires montrent l'utérus muni de spermatozoïdes et dépourvu d'œufs; d'où il résulte qu'il ne doit pas y avoir de règle quant à l'ordre dans lequel arrivent les éléments mâles et les éléments femelles dans la poche utérine. L'observation m'a d'ailleurs démontré qu'un seul accouplement pouvait suffire à deux ou trois pontes successives, c'est-à-dire à la fécondation de 80 à 120 œufs environ. Je crois d'ailleurs que, dans certaines circonstances, il peut y avoir autofécondation.

» Quant à la proportion des œufs et des cellules vitellines, on constate que ces dernières sont toujours en nombre infiniment moins considérable dans l'utérus que dans les cocons. La grande majorité des cellules vitellines ne pénètre pas dans l'utérus. Quant à celles de ces cellules qui y accompagnent les œufs, elles se disposent, après l'imprégnation, radiaire-

ment autour de ceux-ci, formant ainsi autour de chacun d'eux une sorte d'enveloppe protectrice destinée à remplacer la membrane vitelline absente. Après l'imprégnation, les œufs, entourés chacun d'une vingtaine de cellules vitellines, redescendent dans le cloaque, où on les trouve alors pourvus de deux gros pronucléus d'égale dimension avec rubans de chromatine.

» Il y a bientôt dix ans, j'ai désigné cet organe sous le nom de *receptaculum seminis*, parce que j'avais trouvé dans sa cavité interne des spermatozoïdes. On ne paraît pas avoir donné beaucoup de créance à cette dernière observation. Jijisma dit en effet : « Ich hebe hervor, dass diese Stränge oder Streifen durchaus nicht mit Spermatozoen zu verwechseln sind. » C'est une petite critique très discrète, mais qui n'indique pas moins un doute au sujet du fait que j'ai avancé. Jijima ajoute d'ailleurs avec raison que l'absence de cavité à l'intérieur de l'organe des *Polycelis* ne permet pas de le considérer comme *receptaculum seminis*.

» J'abandonne ce nom, qui évidemment ne peut plus être conservé, mais j'affirme de nouveau avoir observé des spermatozoïdes à l'intérieur de l'organe en question chez *Dendr. lacteum* et *Dendr. Angarense*. Je sais bien que c'est une chance, car ordinairement l'organe est complètement vide ou bien ne renferme qu'un produit de sécrétion coagulable et colorable par le carmin.

» Plusieurs de mes coupes montrent clairement que la pointe de l'organe est en regard de l'ouverture du canal utérin. D'autre part, si l'ascension des spermatozoïdes dans l'utérus peut s'expliquer par les mouvements propres de ces éléments, il n'en est pas de même pour les cellules vitellines et pour les œufs. Je crois, en définitive, que l'organe énigmatique est une sorte de pompe ou de piston qui puise dans le cloaque les éléments qu'il introduit et qu'il lance dans le canal utérin. Il n'est pas impossible, en outre, qu'il joue un rôle dans la distribution des œufs fécondés dans la masse des cellules vitellines et dans l'expulsion du cocon au dehors. Cette interprétation explique bien des observations, ainsi que les différentes dispositions anatomiques, comme je le montrerai ailleurs.

» Chez *Pl. polychroa* qui ne possède pas cet organe, il existe, vers l'ouverture du canal utérin, dans le cloaque, une disposition de fibres musculaires qui doit suppléer l'organe absent et que je ferai connaître en détail dans un Mémoire spécial.

» En terminant, je ferai observer qu'il existe chez les *Rhabdocœles*, et particulièrement dans le genre *Vortex*, un organe qui présente plus d'une

analogie, et par sa position dans le cloaque génital et par sa structure, avec l'organe énigmatique des *Dendrocœles* d'eau douce. Cet organe est connu sous le nom de *bourse copulatrice*. Je crois qu'on pourrait accepter ce nom pour l'organe des Planaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les genres éocènes de la famille des* Brissidées (*Échinides irréguliers*). Note de M. G. COTTEAU, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Onze genres de la famille des *Brissidées* ont été rencontrés dans le terrain éocène de la France : *Brissospatangus* Cotteau, *Macropneustes* Agassiz, *Brissopsis* Agassiz, *Linthia* Mérian, *Schizaster* Agassiz, *Anisaster* Pomel, *Prenaster* Desor, *Trachyaster* Pomel, *Ditremaster* Munier-Chalmas, *Pericosmus* Agassiz et *Cyclaster* Cotteau.

» Le nombre des espèces de *Brissidées* que nous avons décrites et figurées dans la *Paléontologie française* s'élève à quatre-vingt-sept : deux espèces seulement ont été recueillies dans l'éocène inférieur, quarante-sept dans l'éocène moyen et trente-huit dans l'éocène supérieur. Toutes ces espèces peuvent être considérées comme caractéristiques des étages dans lesquels on les rencontre, à l'exception d'une seule, *Anisaster Souverbiei,* qui, après s'être développée dans l'éocène moyen, se retrouve dans la même région, à la base des couches miocènes, dans le calcaire à Astéries.

» Plusieurs des espèces que nous avons décrites sont très intéressantes au point de vue zoologique. Nous signalerons : *Brissospatangus Caumonti* Cotteau, type du genre *Brissospatangus* que nous avons établi, en 1863, remarquable par la structure de ses aires ambulacraires paires, situées dans une dépression large et ovalaire qui se prolonge en s'atténuant sur les aires interambulacraires antérieures, par l'étroitesse de son sillon et la disposition de son fasciole péripétale; *Macropneustes Guilleri* Cotteau, espèce de forte taille aux aires ambulacraires courtes et profondément excavées; *Mac. minor* Agassiz, assez fréquent dans les couches éocènes du bassin de Paris, cité depuis longtemps par les auteurs, mais qui, cependant, n'avait jamais été ni décrit ni figuré; *Brissopsis elegans* Agassiz, confondu souvent avec d'autres espèces, et dont la synonymie était par cela même difficile à établir. Nous avons retrouvé, dans le muséum de Bordeaux, le type de cette espèce, provenant des calcaires éocènes de Saint-Estèphe (Gironde); l'admirable conservation de cet exemplaire nous a permis de le faire

dessiner dans tous ses détails, de bien préciser les caractères de l'espèce et de le séparer d'une manière certaine de plusieurs *Brissopsis* voisins.

» Les genres *Linthia* et *Schizaster* sont les plus nombreux en espèces : le premier en renferme dix-neuf et le second vingt-six. Nous citerons parmi les *Linthia* le type du genre *Linthia subglobosa*, assez commun dans l'éocène moyen de Grignon, très reconnaissable à sa forme épaisse et renflée, à son sillon antérieur large et profond, à ses aires ambulacraires antérieures très divergentes, presque transverses, à son appareil apical muni de quatre pores génitaux; *L. pomum*, d'Orglandes et de Fréville (Manche), que Desor avait réuni aux *Pericosmus*, mais qui, sans aucun doute, en raison de ses principaux caractères très visibles dans les exemplaires que nous avons étudiés, est un véritable *Linthia*. Placée par Michelin, Desor et Bonissent dans l'étage danien (craie à baculites), cette espèce a été depuis longtemps rapportée par M. Hébert au terrain tertiaire éocène, qui se trouve à Orglandes au-dessus de la craie. Nous avons adopté d'autant plus volontiers cette opinion que le genre *Linthia*, tel qu'il est aujourd'hui circonscrit, peut être considéré comme spécial au terrain tertiaire.

» Nous appelons l'attention sur une espèce de *Schizaster* fort curieuse, *Sch. Velaini*, découverte par M. Velain dans le calcaire grossier du bassin parisien, type tout à fait nouveau, qui se distingue de ses congénères par sa forme subconique, par sa face inférieure presque plane, par ses aires ambulacraires étroites, fortement excavées, et surtout par son aire ambulacraire impaire, logée, à la face supérieure, dans une dépression très profonde, nettement circonscrite et qui, au premier aspect, rapproche cette espèce du genre *Mœra* de l'époque actuelle.

» Les genres *Anisaster*, *Prenaster*, *Trachyaster*, *Ditremaster*, *Pericosmus* et *Cyclaster* nous ont fourni plusieurs espèces inconnues avant nos recherches : *Prenaster Desori* Cotteau, dont les aires ambulacraires sont presque superficielles; *Trachyaster Heberti* Cotteau, bien caractérisé par son fasciole péripétale unique et son appareil apical muni des quatre pores génitaux; *Ditremaster Gregoirei* Cotteau, petite espèce assez répandue dans le terrain éocène moyen de l'Ariège et facilement reconnaissable à sa forme hexagonale, à la largeur de son sillon antérieur, à son appareil apical muni de deux pores génitaux seulement; *Pericosmus bastennesensis* Tournouër, *P. Bouillei* et *Pellati* Cotteau, espèces fort rares, signalées pour la première fois, que leur physionomie générale, la disposition de leurs aires ambulacraires et de leurs fascioles, leur appareil apical pourvu de trois pores génitaux, placent incontestablement dans le genre *Pericosmus*.

» Sur les onze genres de la famille des *Brissidées* que renferme le terrain éocène de la France, un seul, le genre *Prenaster*, avait fait son apparition à la fin de l'époque crétacée où il est représenté dans le calcaire pizolitique, suivant Desor, par une espèce fort rare. Les neuf autres genres se montrent pour la première fois dans le terrain éocène; presque tous en franchissent les limites et se rencontrent dans le terrain miocène. Deux genres, *Brissopsis* et *Schizaster* vivent encore dans les mers actuelles : le genre *Brissopsis* est propre aux mers d'Europe; le genre *Schizaster* occupe un horizon plus étendu et se développe à la fois dans la Méditerranée où il est très abondant, dans les mers du Nord et dans les mers équatoriales. »

GÉOLOGIE. — *Sur le régime des eaux artésiennes de l'Oued Rir'* (*Sahara algérien*). Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Daubrée.

« Dans deux Communications précédentes à l'Académie ([1]), j'ai décrit sommairement le régime des eaux artésiennes de l'Oued Rir', grande région d'oasis qui se trouve au sud de Biskra, et sur laquelle l'attention a été appelée par les remarquables travaux de sondages de M. Jus et, plus récemment, par les entreprises de colonisation dont ce pays a été le théâtre dans ces dernières années.

» Je me propose aujourd'hui de fournir quelques indications complémentaires sur le bassin artésien de l'Oued Rir', en raison de l'intérêt à la fois scientifique et pratique qui s'attache à sa connaissance exacte.

» Rappelons que l'Oued Rir' est une vallée qui descend du sud au nord, et que, le long de cette vallée, il existe un grand réservoir d'eaux artésiennes, à une profondeur moyenne de 70^{m} à 75^{m} sous la surface. Cette nappe souterraine alimente une nombreuse série de puits jaillissants, dont le débit total atteint 4^{mc} d'eau par seconde. Elle est reconnue sur une longueur de 130^{km}, mais sa largeur est restreinte par rapport à sa longueur : c'est une zone aquifère, allongée du nord au sud et limitée sur ses bords. Je l'ai comparée à une sorte d'*artère souterraine*.

» L'instinct des indigènes ne les trompe donc pas tout à fait quand ils parlent, dans leur langage imagé, de la *rivière souterraine* de l'Oued Rir', qui, d'après eux, coulerait du sud au nord.

» Le mot de rivière traduit bien l'idée de notre zone allongée, de notre

([1]) *Comptes rendus*, 14 septembre 1885 et 24 janvier 1887.

artère liquide. Mais ce mot fait penser à un écoulement rapide ou, du moins, doué d'une vitesse appréciable; or ceci est contraire à la réalité, et, à ce point de vue, le mot d'artère ne vaut pas mieux.

» Évidemment les eaux souterraines de l'Oued Rir' ne sont pas stagnantes, ni comprises dans un réservoir clos, sans écoulement, ce qui serait contraire aux lois ordinaires de la nature. Elles présentent bien un écoulement réel et continu, entre les sources qui les alimentent et les points où elles émergent; mais il s'agit d'un écoulement général, de vitesse insensible, sauf au voisinage immédiat de certains points d'entrée et de sortie. Cet écoulement a lieu, d'ailleurs, du nord au sud, et non pas du sud au nord; car l'alimentation des eaux souterraines de l'Oued Rir' et du bas Sahara s'opère par le nord, ainsi que je l'ai exposé, et ces eaux descendent, en grande majorité, des massifs montagneux de l'Atlas.

» A la surface même de l'Oued Rir', quand il tombe de fortes pluies, on voit l'eau couler le long du thalweg de la vallée, et elle coule vers le nord. Mais il faut se garder de confondre cette ligne d'eau superficielle avec le gisement souterrain des eaux artésiennes de l'Oued Rir' : ces deux niveaux aquifères sont tout à fait distincts, et un massif continu de terrains marneux et imperméables, épais de 65^{m}, les sépare. Rien donc de plus faux que l'idée, assez répandue, d'après laquelle la rivière souterraine de l'Oued Rir' représenterait un ancien cours d'eau, l'ancien Igharghar, disparu sous les sables et continuant à couler en profondeur.

» De plus, le cours des eaux souterraines de l'Oued Rir' est loin de se présenter aussi simplement que celui d'une rivière dans une vallée. Son allure, ai-je dit, est des plus capricieuses : l'artère artésienne serpente sous la couverture imperméable des terrains superposés, en offrant des variations de largeur de 4^{km} à 14^{km}, et parfois en se dédoublant, comme dans la région d'Ourlana, où elle figure un X irrégulier.

» Enfin, il serait inexact de s'imaginer une rivière occupant un chenal creux et limité par des berges. Les eaux souterraines sont infiltrées au travers d'une masse continue de sables perméables. Latéralement, la zone liquide n'est pas isolée ; elle se trouve comprise au milieu d'un réseau de veines aquifères et de nappes secondaires, en quantité innombrable ; or, de même que les artères portent le sang du cœur dans toutes les parties du corps humain, de même la zone artésienne de l'Oued Rir', sans cesse réalimentée souterrainement, refoule sans cesse son trop-plein d'eau dans les parties perméables des terrains environnants, où ces eaux de déper-

dition, encore artésiennes, mais de moins en moins, se répandent, se dispersent, remontent vers la surface et finalement s'évaporent.

» Cela posé, il est facile de répondre à cette question qu'on nous a souvent posée : Ne craignez-vous pas, en multipliant les sondages dans l'Oued Rir', de faire tort aux puits actuels et d'épuiser ce bassin artésien ?

» Si les puits jaillissants de l'Oued Rir' sont les points d'émergence les plus apparents des eaux du bassin artésien, ils sont loin d'être les seuls. En effet, la grande majorité des eaux qui s'écoulent souterrainement trouve issue par les déperditions qui ont lieu de toutes parts autour de l'artère, tant par infiltrations latérales que par fuites au travers des défauts de la couverture.

» Qu'on perce un trou de sonde, c'est-à-dire qu'on ouvre aux eaux comprimées une issue libre de résistance, il est clair qu'elles changeront leur cours et afflueront, d'un certain rayon, vers ce point. Tout le volume d'eau que les puits de l'Oued Rir' débitent aujourd'hui à leurs orifices est autant de moins qui se perd par évaporation à la surface des chotts ou à côté. Mais, comme ce qui se perd encore surpasse de beaucoup ce qui va aux puits, et comme le rayon d'action de chaque puits est assez restreint, 1^{km} à 3^{km} suivant les régions, on peut dire qu'en l'état actuel un nouveau sondage, exécuté à une distance suffisante des puits déjà existants, a lieu, non pas à leurs dépens, mais bien aux dépens des eaux de déperdition, c'est-à-dire qu'il réalise un gain.

» Assurément il y aura une limite, et le bassin artésien de l'Oued Rir', pas plus qu'aucun autre, n'est capable de fournir un débit indéfiniment croissant. Quand cette limite sera-t-elle atteinte? L'expérience seule l'enseignera ; mais je crois qu'on en est encore loin, surtout si l'on fait de préférence les futurs sondages de recherches dans des régions où l'artère n'a encore subi aucune saignée, et si les colons français poursuivent dans cette voie, qui est la nôtre, de la création de nouvelles oasis en dehors des anciennes et même loin d'elles.

» Quoi qu'il en soit, il est certain qu'avant tout il importe de ne pas compromettre ce qui est acquis, et que l'absence actuelle de tout contrôle en ce qui concerne les sondages de l'Oued Rir' n'est pas sans danger. Il y aurait donc lieu de prendre, dès aujourd'hui, les mesures nécessaires pour sauvegarder dans l'avenir les intérêts existants, tout en laissant à l'initiative privée tout son essor ; et, pour tout concilier, le plus simple serait d'instituer une sorte de syndicat des propriétaires du pays, syndicat dans lequel

l'Administration, les oasis indigènes et les Sociétés françaises de colonisation auraient leurs représentants, et qui jouerait le rôle d'une Commission de surveillance des sondages de l'Oued Rir'. »

GÉOLOGIE. — *Études expérimentales sur l'inclinaison des talus de matières meubles*. Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Je me suis proposé d'étudier expérimentalement l'influence de quelques-unes des causes qui modifient l'angle d'un talus de matériaux meubles et, dans ce but, j'ai formé des talus en versant lentement, par un tube effilé vertical, successivement du quartz concassé et calibré, dont les grains avaient $0^{mm},9$ de diamètre, du quartz porphyrisé et du sable recueilli au bord de la mer, dans une cuve en verre à parois rectangulaires parallèles, tantôt vide, tantôt remplie d'eau, tantôt de liqueur d'iodures de densité déterminée, variant entre 1,088 et 2,601. La cuve était installée parfaitement immobile sur une pierre scellée dans un mur; on dessinait à la chambre claire les talus et l'on mesurait ensuite l'inclinaison au rapporteur.

» Les résultats d'environ 350 expériences peuvent se résumer de la manière suivante :

» I. Pour des grains absolument identiques comme forme et dimensions, mais de densités variables, l'angle des talus au sein d'un même liquide augmente très légèrement lorsque la densité de ces grains augmente.

» II. Pour des grains identiques se disposant librement en talus au sein de milieux de densité croissante, l'angle de ces talus diminue très légèrement à mesure que la densité du milieu augmente.

» III. Dans des milieux de même densité, avec des matériaux de même nature, mais de dimensions variables, la valeur angulaire de l'inclinaison d'un talus ne sera pas influencée par la dimension des grains; en tous cas, l'influence sera très faible et telle que les gros grains donneront les talus les plus aplatis.

» IV. Au sein de milieux de même densité, les talus auront un angle d'inclinaison d'autant plus petit que, toutes choses égales d'ailleurs, les grains qui les constituent pourront plus facilement glisser les uns sur les autres, en d'autres termes, qu'ils seront moins rugueux ou encore plus arrondis.

» V. Quel que soit le milieu au sein duquel se fait un talus, l'angle d'inclinaison n'est jamais supérieur à 41°.

» VI. Toute agitation, même très légère, au sein du milieu contenant un talus tend à affaisser le cône et à le transformer en un tronc de cône à base supérieure horizontale.

» VII. Par le mouvement, les cônes s'aplatissent d'autant plus facilement que la différence de densité est plus faible entre le milieu et les grains.

» VIII. Au sein d'un même liquide, avec des matériaux différents, les cônes s'aplatissent par le mouvement d'autant plus facilement que les grains qui les composent ont entre eux une cohésion moindre.

» La mer, même dans ses abîmes les plus profonds, n'est pas dans une immobilité absolue; les secousses de tremblements de terre, dont la vitesse de propagation a été mesurée et évaluée entre $146^{m},50$ et 216^{m} par seconde, sont à elles seules plus que suffisantes pour produire l'aplatissement des talus sous-marins profonds. Les phénomènes mécaniques combinés aux phénomènes de décomposition chimique des silicates et à ceux de la dissolution dans l'eau expliquent la succession constatée, à partir des rivages, des zones de galets, graviers, sables, vases vertes glauconieuses, vases bleues et vases rouges.

» Les sédiments qui bordent les côtes ne s'entassent pas indéfiniment au même endroit, ils ne demeurent pas immobiles; mais, dès leur immersion, ils marchent d'un mouvement continu des rivages, où ils sont sans cesse renouvelés, vers la haute mer où leur dernier stade est l'état de vase rouge.

» La nature homogène ou complexe d'un dépôt formé sous l'eau, sa pente plus ou moins considérable peuvent être prévues, connaissant la situation géographique de ce dépôt, si, par exemple, il se fait dans une mer vaste ou une mer étroite, dans un lac, dans un fjord, etc. Les vérifications sont nombreuses dans les mers actuelles.

» Les remarques précédentes trouvent une application immédiate dans l'histoire des dépôts sédimentaires des anciennes époques géologiques. »

ANATOMIE. — *Sur la bande articulaire, la formation cloisonnante et la substance chondrochromatique des cartilages diarthrodiaux.* Note de M. J. Renaut, présentée par M. A. Chauveau.

« I. Je fixe par les vapeurs osmiques, en suivant les règles posées dans ma dernière Note (1), un fragment du cartilage soit des condyles fémoraux soit du plateau tibial, etc., d'un veau de boucherie : c'est-à-dire un cartilage non plus embryonnaire ni fœtal, mais en majeure partie arrivé à son complet développement. Les coupes d'un tel objet, faites perpendiculairement à la surface de l'articulation, montrent d'abord l'existence d'une bande bien connue, *la bande articulaire de Luschka* (2), limitant la pièce cartilagineuse sur tout son pourtour articulaire et répondant à la portion du mésochondre de Hagen Torn qui a subi l'évolution cartilagineuse et s'est fondue avec le noyau cartilagineux primitif.

» Dans toute l'étendue de cette bande, la formation cloisonnante apparaît constituée par des trabécules d'une finesse extrême séparées par des intervalles de substance hyaline à peine égaux à leur épaisseur propre, et rayonnant comme des étoiles des deux pôles de chaque capsule cartilagineuse lenticulaire, en général à peu près parallèlement à la surface libre du cartilage dans un même plan de section. Quand on parcourt des plans successifs en déplaçant l'objectif, les travées se poursuivent de plan en plan en demeurant continues, mais de manière à former de nouveaux systèmes de hachures croisant légèrement la direction du précédent et du suivant. Il en résulte un aspect moiré tout à fait caractéristique.

» Au-dessous de la bande de Luschka la constitution de la substance fondamentale du cartilage change brusquement. Aux trabécules fines de la bande de Luschka succèdent alors de grosses travées rétiformes interceptant, au sein de la substance hyaline, des espaces intertrabéculaires allongés parallèlement à la surface du cartilage. Plus profondément, les travées et les trabécules deviennent plus grêles, et leur ensemble, dans les limites de la fixation exacte par les vapeurs osmiques,

---

(1) J. Renaut, *Sur la formation cloisonnante (substance trabéculaire) du cartilage hyalin fœtal.*

(2) Luschka, *Zur Entwickelungsgesch. der Gelenke* (*Müller's Archiv*, 1855) et *Die Halbgelenke des menschl. Körpers* (Berlin, 1858).

donne au cartilage une apparence feuilletée. Autour des vaisseaux sanguins qui ont persisté, les travées sont ordonnées en rosaces. Le picrocarminate d'ammoniaque les teint nettement en rose pâle, l'éosine hématoxylique faiblement en rouge brun, la glycérine hématoxylique les laisse incolores (1).

» II. On sait que ce réactif colore en violet et d'une façon homogène une coupe de cartilage frais, fixée ensuite rapidement par les vapeurs osmiques. Il n'en est plus ainsi sur le cartilage au sein duquel la formation cloisonnante a été dégagée par ma méthode. La bande articulaire reste à peu près sans coloration. Au-dessous d'elle, dans les intervalles des grosses travées incolores et distinctes de la substance hyaline par leur réfringence, on voit des traînées plus ou moins anguleuses colorées fortement en violet. Plus profondément, là où les travées deviennent plus minces et acquièrent leur disposition feuilletée, la coloration violette forme des traînées étroites teintes avec une extrême intensité. Enfin la plupart des capsules sont énergiquement colorées en violet et, autour de la majorité d'entre elles, la coloration violette forme des cercles nets ou des marges diffuses dégradées en auréoles. Toutes les autres parties de la substance fondamentale sont seulement teintées en bleu de lin pâle ou absolument incolores. Dans une telle préparation, les parties colorées en violet sont infiniment plus foncées que ne l'est dans son ensemble une coupe de cartilage fixée fraîche et rapidement par les vapeurs osmiques, puis colorée ensuite pendant le même temps par la glycérine hématoxylique. Elles dessinent un système très élégant de traits colorés donnant au cartilage une apparence de structure feuilletée, avec une multitude de cercles ou de nuages violets semés autour des capsules cartilagineuses.

» III. Examinons dans l'eau une telle préparation colorée. A sa surface, le rasoir a toujours laissé une série de traits comme le fait la scie sur une planche qu'elle vient de diviser. On peut ainsi voir si la coupe est plane ou voilée et si les parties les plus colorées répondent aux dépressions dans

(1) Dans le cartilage sérié, les travées et les trabécules forment de nouveau un réseau serré à traits parallèles sensiblement entre eux et à la ligne d'ossification subjacente. On sait qu'à la lumière polarisée la bande articulaire et la zone du cartilage sérié sont *biréfringentes*, tandis que le reste du cartilage est *monoréfringent*. La constitution de la substance fondamentale, tout aussi bien que l'ordonnance des cellules fixes, doit entrer en ligne de compte dans l'explication de ce phénomène. La biréfringence se produit là où la formation cloisonnante est serrée et à traits parallèles étirés dans un sens donné.

lesquelles le réactif aurait pu stagner et agir, par suite, plus longtemps. Mais cette façon d'expliquer par une distribution inégale de la matière colorante l'action inégale aussi du réactif ne peut être adoptée. Il est facile de voir que la distribution de la coloration est tout à fait indépendante des inégalités de la surface, et, d'ailleurs, l'élection de la coloration violette pour les capsules et le pourtour des capsules du cartilage ne s'expliquerait nullement dans l'hypothèse précitée.

» Il faut donc chercher une autre interprétation, et voici celle que je propose. Outre la substance hyaline et la substance trabéculaire, le cartilage renferme une troisième substance, celle que l'hématoxyline colore avec élection; provisoirement, je lui donnerai le nom de *substance chondrochromatique,* quitte à lui trouver plus tard un autre nom meilleur.

» Cette substance est surtout abondante dans le cartilage arrivé à un certain degré de développement, tel que celui du veau et en général des jeunes animaux. Normalement, elle est diffusée dans toute la substance fondamentale; mais, bien qu'elle ne paraisse ni soluble ni isolable en présence d'aucun des réactifs employés en histologie, *sa répartition au sein du cartilage peut varier.* En perdant son eau et en devenant plus réfringente, la substance trabéculaire *l'exprime* de façon à s'en dépouiller et à l'accumuler, à la concentrer par suite, au sein de la substance hyaline des espaces intertrabéculaires. Autour des capsules, elle est mieux fixée qu'ailleurs; elle y demeure donc en place ou ne se mobilise que soit difficilement, soit imparfaitement.

» IV. Dans le cartilage tout à fait adulte, chez le bœuf, les fragments pris dans les mêmes parties du revêtement articulaire que chez le veau montrent encore la bande de Luschka et ses fines trabécules d'une façon très nette; mais le reste du cartilage paraît homogène : la formation cloisonnante y est indistincte et l'hématoxyline teint la substance fondamentale partout en violet diffus. Ainsi la substance fondamentale du cartilage hyalin, à l'exemple de celle du tissu conjonctif ordinaire, subit une évolution très nette pendant toute la durée de la croissance. Quand la pièce cartilagineuse est tout à fait embryonnaire et de faible volume, il n'existe entre les cellules fixes que la substance hyaline seule ou faiblement chargée de substance chondrochromatique. Plus tard, quand la pièce s'est accrue et que sa nutrition doit être plus active et plus rapide, la formation cloisonnante, que l'on pourrait à bon droit comparer à la formation suturale de la cornée de la Raie, assure la distribution rapide des cristalloïdes du plasma au sein du tissu cartilagineux compact, comme le serait une

mèche de lampe disposée en réseau au sein d'une masse de paraffine que l'on voudrait irriguer et faire aborder interstitiellement par une essence. Enfin la substance chondrochromatique devient de plus en plus abondante et, d'abord mobilisable, sauf au pourtour des cellules devenues adultes, elle arrive ensuite à être fixe partout. Inversement, la différenciation qui avait donné naissance, au sein de la substance fondamentale, à la formation cloisonnante, cesse peu à peu de se poursuivre; et la substance intercellulaire redevient réellement homogène alors que le tissu doit demeurer définitivement dans l'état de repos, et non plus être, comme durant la croissance, le théâtre de changements morphologiques et nutritifs incessants corrélatifs à l'évolution des pièces du squelette [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action du froid sur l'organisme animal vivant.* Note de M. **Ch.-E. Quinquaud**, présentée par M. Brown-Séquard.

« Lorsqu'on a fait agir le froid sur un animal à chaud, on observe plusieurs faits importants. Avec l'abaissement de la température centrale, on voit toutes les fonctions s'affaiblir; toutefois les réflexes sont plus intenses, ainsi que M. Brown-Séquard l'a constaté depuis longtemps; mais, à mesure que la chaleur centrale descend à 25° et au-dessous, il apparaît une exaltation considérable de l'excitabilité réflexe de la moelle épinière : le moindre choc détermine des tressaillements et même des contractions convulsives généralisées; il semble que l'on soit en présence d'un animal strychnisé. Pour produire ce phénomène, il suffit de refroidir lentement un chien et d'attendre que la température centrale soit aux environs de 22°.

» Cet état d'*hyperexcitabilité* dépend en partie de la *saturation du sang* artériel par l'oxygène, ce qui modifie la nutrition des éléments nerveux; au moment de la mort, le liquide sanguin contient le maximum d'oxygène qu'il peut absorber : un chien de 10^{kg}, plongé dans un bain à 11°, se refroidit peu à peu; il succombe avec une température centrale de 19°; le sang du ventricule gauche renferme $31^{cc},5$ d'oxygène pour 100; une autre partie du même sang est agitée mécaniquement avec de l'oxygène, et, à la même température, on obtient, comme capacité respiratoire, $28^{cc},5$ pour 100. Un autre animal de la même espèce, pesant 12^{kg}, est placé dans les mêmes conditions que le précédent; immédiatement après la mort par le

(1) Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

froid, le sang du ventricule gauche contient $31^{cc},3$ d'oxygène pour 100, et son pouvoir absorbant, à la même température, est de 29^{cc} pour 100. Le liquide sanguin d'un troisième chien, ayant péri par refroidissement progressif, renfermait $30^{cc},4$ d'oxygène pour 100, et sa capacité respiratoire était également de 30^{cc} pour 100. Avant le refroidissement, le sang du premier animal contenait 23^{cc} d'oxygène, celui du deuxième 24^{cc} et celui du troisième $23^{cc},5$ pour 100.

» Le refroidissement lent produit une *suroxygénation progressive* du sang artériel : un chien de $13^{kg},500$ est refroidi lentement de $10^{h}10^{m}$ du matin à $6^{h}30^{m}$ du soir; avant la réfrigération le sang renfermait 23 pour 100 d'oxygène; à midi la température centrale est de $31^{\circ},2$; le liquide sanguin contenait 26 pour 100 d'oxygène et au moment de la mort 30 pour 100.

» Le liquide sanguin d'un second animal renfermait, avant le bain froid à 11°, 23 pour 100 d'oxygène : après une heure et demie, la proportion était de 28 pour 100; la chaleur, primitivement de $39^{\circ},2$, était descendue à $27^{\circ},5$ et, après deux heures cinq minutes de bain, l'oxygène était à 30 pour 100 et la chaleur à 22°. Les chiffres obtenus par MM. Mathieu et Urbain ne sont pas comparables aux nôtres, les conditions n'étant point identiques.

» Sous l'influence du froid, la *glycogénie*, la *glycémie* et la *glycosurie* subissent des variations : le lapin refroidi devient facilement glycosurique; il survient de l'hyperglycémie chez le chien dans la première période de réfrigération : il résulte de ces recherches que les bains froids prolongés sont nuisibles aux diabétiques. Lorsque la chaleur centrale atteint les chiffres de 28° à 26°, la glycose diminue dans le sang des animaux refroidis.

» L'*exhalation pulmonaire* de l'acide carbonique subit des modifications intéressantes, déjà indiquées par quelques auteurs, mais non démontrées d'une manière suffisante : tant que la température centrale ne descend pas au-dessous de 30° environ, la quantité d'acide carbonique exhalé augmente; au-dessous de 26°, l'exhalation diminue. Un chien fait circuler 50^{lit} d'air en onze minutes vingt secondes et élimine, avant le refroidissement, $1^{gr},20$ d'acide carbonique; on le plonge dans un bain à 10° et, en deux heures trente minutes, la température centrale descend à $30^{\circ},3$. 50^{lit} d'air circulent à travers ses poumons en dix-huit minutes et il élimine $3^{gr},62$ d'acide carbonique; donc, proportionnellement, l'exhalation s'est accrue.

» Mais, au voisinage de 25°, l'élimination diminue; un chien fait circuler

50^{lit} d'air en douze minutes quarante-six secondes et exhale avant le bain froid $2^{gr},76$; on le refroidit jusqu'à ce que la température centrale tombe à 25° : à ce moment 50^{lit} d'air circulent à travers les poumons en vingt-deux minutes vingt secondes, il exhale $2^{gr},08$ d'acide carbonique, c'est-à-dire, proportionnellement, deux fois moins qu'à l'état normal. Tous ces faits ont un intérêt majeur dans la thérapeutique par les bains froids [1]. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les relations entre le spectre des éléments des substances inorganiques et leur action biologique.* Note de M. **James Blake**, présentée par M. Brown-Séquard.

« ..... En poursuivant mes recherches, toujours dans la même direction, j'ai trouvé que l'action de nombre de substances inorganiques sur la matière vivante tient à leurs rapports isomorphes, et que toutes les substances appartenant au même groupe isomorphe donnent lieu à peu près aux mêmes réactions biologiques. Ce fait a été publié dans un Mémoire que j'ai lu à la Société royale de Londres, en 1841, et a été confirmé par des expériences que j'ai faites avec les composés de plus de quarante éléments inorganiques. Parmi tous ces éléments, il n'y en a que deux dont l'action biologique ne soit pas en accord avec leurs conditions d'isomorphisme : ce sont l'azote et le potassium. Je reviendrai plus tard sur ce fait. Bien que le même élément forme deux classes de sels qui appartiennent à des groupes isomorphes distincts, l'action biologique des sels de chaque classe est tout à fait différente, mais se trouve en accord avec les autres substances des groupes auxquels ils appartiennent. Il y a un autre fait, que j'ai observé, qui rattache l'action biologique de ces substances à leur constitution moléculaire : c'est que, dans le même groupe isomorphe, l'action biologique augmente en intensité avec les poids atomiques des éléments qui s'y trouvent. Plus le poids atomique d'un élément est élevé, moins il en faut pour provoquer la même réaction biologique. C'est là un fait qui démontre d'une manière très tranchée la différence entre ces réactions biologiques et les réactions chimiques ordinaires. En envisageant au point de vue biologique les réactions de ces substances, j'ai trouvé que c'est par leur action sur les centres nerveux de la vie organique, plus ou moins

---

(1) Ce travail a été fait au Muséum, dans le laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. le professeur Ch. Rouget.

spécialisée pour chaque groupe isomorphe, que ces réactions s'expliquent. Ainsi, pour les composés des métaux alcalins, c'est sur les ganglions intrinsèques du cœur; pour les composés du phosphore, de l'arsenic et de l'antimoine, c'est sur les ganglions splanchniques; pour les substances du groupe magnésien, c'est sur le centre du vomissement, et de même pour les autres groupes, c'est en modifiant l'action de quelque centre nerveux que leur action biologique se montre.

» Le spectroscope nous a ouvert une voie où la Physique et la Chimie se rencontrent, où les vibrations moléculaires, dont nous pouvons compter le nombre et mesurer la longueur, donnent lieu à des réactions dont nous ne pouvons encore que saisir les résultats, sans avoir trouvé le jeu des forces qui les déterminent. Grâce à ces progrès, qui se rapportent aux questions qui nous occupent, je crois qu'aujourd'hui nous nous trouvons en position d'expliquer non pas seulement pourquoi la Chimie ne peut pas rendre compte des résultats de mes premières expériences, mais aussi de trouver la direction dans laquelle il faut chercher la loi qui lie l'action biologique de ces substances inorganiques avec leurs propriétés physico-chimiques.

» En 1867, Mitscherlich a découvert que les éléments d'un même groupe isomorphe ont des spectres qui se ressemblent ou qui sont homologues. Il y a cependant deux éléments, l'azote et le potassium, qui font exception à cette règle, et ce sont les deux éléments qui seulement font exception à la règle d'après laquelle l'action biologique des éléments est liée à l'état isomorphique. C'est ce fait qui m'a conduit à chercher si l'action de ces substances sur la matière vivante ne se rattacherait pas aux vibrations moléculaires dont elles sont le siège, et qui se décèlent dans leurs spectres. Il se trouve, comme je l'ai déjà fait remarquer, que les substances qui sont isomorphes donnent lieu aux mêmes réactions biologiques quand elles ont des spectres homologues; mais, quand dans un groupe isomorphe il se trouve des éléments dont les spectres ne ressemblent pas aux spectres des autres éléments du groupe, ces éléments aux spectres anomaux donnent lieu aussi à des réactions biologiques anomales. Quand, comme je l'ai déjà dit, un élément donne naissance à deux classes de sels, l'action biologique des deux classes est bien différente, et il se trouve une différence tout aussi forte entre les spectres des substances dans les deux classes. L'action biologique des éléments dans les divers groupes isomorphes montre que, pour deux de ces groupes, ce n'est que sur les centres ganglionnaires périphériques que leur action se porte : ce sont

le groupe des métaux alcalins et le groupe du phosphore. Quant aux métaux alcalins, j'ai démontré que, après l'injection de plusieurs grammes de nitrate de soude dans les veines, un animal peut vivre pendant nombre d'heures sans aucun signe de réaction donné par un centre nerveux. Le même fait se reproduit quand on injecte les composés de phosphore, d'arsenic et d'antimoine dans les veines. Après l'injection de 3^{gr} d'acide arsénique dans les veines, on n'observe aucun symptôme qui puisse indiquer une action sur les centres nerveux cérébro-spinaux.

» Ces deux groupes isomorphes ont l'un et l'autre des spectres très simples. De tous les métaux alcalins dont les spectres sont les plus simples, ce sont le sodium et le thallium, dont les sels peuvent se trouver dans le sang en quantités les plus grandes, en rapport avec leurs poids atomiques, sans réagir sur un ganglion nerveux central, pendant que les sels de cœsium, avec un spectre plus compliqué, donnent lieu à des symptômes fort légers quand ils sont injectés dans les artères. Dans le groupe du phosphore, le même phénomène se répète. C'est encore l'azote, avec un spectre très compliqué, qui, de tous les éléments connus, est celui dont la présence se révèle par son action sur les centres nerveux et se distingue de la manière la plus tranchée de celle des autres éléments du même groupe. Il y a d'autres faits qui s'expliquent mieux en les rapportant aux vibrations moléculaires des réactifs que par aucune autre hypothèse. Que l'action toxique augmente avec le poids atomique parmi les substances qui ont des spectres homologues, c'est un fait qui s'explique quand on rapporte ces réactions biologiques aux vibrations moléculaires. De plus, le fait que ces réactions se rangent parmi les actions catalytiques se prête aussi à la même explication mieux qu'à aucune autre.

» Dans l'état actuel de nos connaissances sur les vibrations nerveuses et aussi sur les vibrations moléculaires qui, jusqu'ici, restent cachées dans la région ultrathermique du spectre, le rapport entre les vibrations moléculaires et les réactions biologiques reste nécessairement comme une simple hypothèse; mais les belles découvertes de M. Deslandres sur les relations numériques qui se trouvent entre les vibrations moléculaires dans les spectres nous promettent de doter la Science d'un nouveau moyen pour envisager les problèmes de la Physiologie kinétique. »

PHYSIOLOGIE. — *Étude de la contraction du cœur excisé chez les animaux mammifères.* Note de MM. **Augustus D. Waller** et **E. Waymouth Reid**, présentée par M. Brown-Séquard. (Extrait par les auteurs.)

« La démonstration exacte de la succession normale des mouvements du cœur chez les animaux mammifères a été donnée par MM. Chauveau et Marey au moyen de la méthode graphique.

» L'étude approfondie de la physiologie du tissu cardiaque a été faite sur le cœur excisé d'animaux à sang froid, par plusieurs physiologistes (Kölliker et Müller, Engelmann, Burdon-Sanderson, Marey, etc.).

» Une étude analogue des propriétés du cœur isolé des animaux mammifères nous fait encore défaut. Nous avons entrepris cette étude : 1° par la méthode graphique; 2° par l'examen électrique, au moyen du galvanomètre et de l'électromètre.

» Le principal résultat de nos recherches est que, dans des conditions semblables à celles observées pour le cœur de la grenouille, on peut démontrer, sur le cœur des mammifères, le passage de l'onde excitatrice comme variation diphasique, au moyen du galvanomètre et de l'électromètre. Le passage d'une onde correspondante de contraction peut se démontrer par une méthode mécanique (cardiographe double).

» Ni l'un ni l'autre de ces faits ne paraît avoir encore été décrit pour le cœur des mammifères. En ce qui concerne celui de la grenouille, nous avons incidemment ajouté aux phénomènes classiques de la variation diphasique une démonstration graphique que cette dernière n'est que l'expression d'une véritable onde de contraction musculaire.

» N'est-ce donc pas qu'il y a ici une complète similarité dans les phénomènes observés chez les deux ordres d'animaux? Mais il y a des points de divergence, démontrés par une analyse de la contraction cardiaque faite au moyen de méthodes électriques et graphiques. La variation diphasique du cœur normal de la grenouille offre une négativité de la base suivie de négativité à la pointe ; nous ajouterons que la contraction à la base est suivie par la contraction à la pointe. Toutes nos observations supportent la théorie que la contraction procède de la base à la pointe, et que l'onde d'excitation et de contraction a un écoulement musculaire.

» Il n'en est pas ainsi chez les mammifères, où la variation n'est pas toujours diphasique. Elle est monophasique après l'excision du cœur, et ne

devient diphasique que plus tard. Les mouvements du galvanomètre et de l'électromètre indiquent dans la variation monophasique une négativité prédominant soit à la pointe, soit à la base ; dans la variation diphasique (quand elle se présente) une négativité à la pointe, puis à la base, ou *vice versa*. Il n'y a pas de règle fixe, et nous n'avons pas multiplié nos expériences, parce que nous avions affaire à des irrégularités résultant de l'irritation opératoire.

» Il nous paraît prouvé que le ventricule chez les mammifères est un organe non seulement innervé du dehors, mais aussi coordonné dans l'action de ses diverses parties par des nerfs intramusculaires. Une variation monophasique dépend d'une simultanéité d'action dans tout l'organe, ou d'une succession d'actions si rapide qu'elle échappe au galvanomètre ou à l'électromètre, ou d'une action limitée à une partie seulement, ou d'une action prépondérante dans une partie; elle ne s'accorde pas avec une action successive et comparativement lente par transmission intramusculaire dans la substance du ventricule. Une simultanéité relative ou absolue nous semble ne pouvoir se produire que par influence nerveuse. La conduction nerveuse joue un rôle dans l'action simultanée et coordonnée qui constitue une contraction ventriculaire, comme le prouvent nos mensurations de la rapidité de conduction, et la séquence électrométrique souvent observée par nous pendant que la mort du cœur se prononce : négativité de l'auricule suivie de négativité, d'abord à la pointe, puis à la base. Ce phénomène n'est possible qu'à la condition d'une transmission nerveuse de l'excitation auriculaire à la pointe.

» La variation diphasique n'apparaît d'habitude que quelques minutes après excision. Ce phénomène dépend sans doute du fait que l'asynchronisme se manifeste avec le ralentissement de l'action. Enfin, lorsque la transmission ne peut plus se produire, le cœur répond à une excitation locale par une variation monophasique temporaire (action locale) ou permanente (lésion des tissus).

» Le problème qui nous a donné le plus de peine à résoudre a été le résultat de l'exploration graphique de la base et de la pointe dans la contraction spontanée du cœur. Nous avons presque toujours cru voir le mouvement à la pointe précéder celui à la base.

» Nous avons mis tous nos soins aux résultats que nous avons obtenus, et nous nous sommes bornés à dire que « le mouvement du levier appliqué » à la pointe précède celui du levier appliqué à la base ».

» Quelquefois le mouvement à la pointe était notablement antécédent à

celui à la base. Rarement celui à la base précédait, comme nous l'avons toujours observé sur la grenouille.

» Dans le but d'obtenir la variation du cœur normal et non exposé, nous avons exploré cet organe chez l'homme, et nous avons trouvé une négativité de l'auricule suivie de négativité au ventricule, toutes deux précédant l'activité de ces organes. Nous n'avons pas pu démontrer une variation diphasique ventriculaire sur l'homme.

» Nous avons observé, dans le courant de nos expériences, que les contractions ventriculaires et auriculaires (spontanées ainsi que provoquées) du cœur excisé peuvent avoir une très grande durée, dépassant de beaucoup celle de la contraction cardiaque chez les animaux à sang froid; cette durée peut s'étendre jusqu'à une valeur de dix secondes, la période d'excitation latente augmentant en même temps jusqu'à une valeur d'une seconde. Ces modifications dépendent principalement de la température ambiante. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action anesthésique du méthylchloroforme.* Note de MM. **R. Dubois** et **L. Roux**, présentée par M. A. Chauveau.

« Si l'action anesthésique des dérivés chlorés du méthane (chlorure de méthyle, chlorure de méthylène, chloroforme et tétrachlorure de carbone) a été étudiée avec grand soin, par contre celle des dérivés chlorés de l'éthane n'a pas été examinée encore.

» On remarquera que cette étude doit offrir un double intérêt; car, indépendamment des propriétés spéciales que peuvent posséder ces composés, il y a lieu de comparer entre elles les deux séries parallèles qu'ils constituent.

» S'il n'existe en effet qu'un seul dérivé monochloré de l'éthane, le chlorure d'éthyle CH^3-CH^2Cl, il existe par contre deux dérivés dichlorés isomériques :

$$\underbrace{CH^3-CHCl^2}_{\text{Chlorure d'éthylidène.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{CH^2Cl-CH^2Cl}_{\text{Chlorure d'éthylène.}};$$

deux dérivés trichlorés :

$$\underbrace{CH^3-CCl^3}_{\text{Méthylchloroforme.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{CH^2Cl-CHCl^2}_{\text{Chlorure d'éthylidène monochloré.}},$$

deux dérivés tétrachlorés, un dérivé pentachloré et un dérivé hexachloré.

» Mais ces derniers corps ont des points d'ébullition trop élevés pour qu'on puisse songer à les employer comme anesthésiques.

» Des différents composés dont nous venons de rappeler les formules, les uns apparaissent comme des dérivés méthylés du méthane et de ses produits de substitution chlorés, et peuvent présenter des propriétés analogues à celles de leurs homologues inférieurs, tout en possédant cependant certains caractères particuliers résultant de l'introduction du groupe méthyle dans leurs molécules. Les autres ont, au contraire, des constitutions différentes et leur action anesthésique, par suite, peut être tout autre que celle de leurs isomères.

» De ces différents chlorures un seul a été examiné comme agent anesthésique par Rabuteau (¹), dont les expériences, fort incomplètes d'ailleurs, n'ont porté que sur des grenouilles et des cobayes. Cet expérimentateur, ayant placé des cobayes sous une cloche renfermant de l'air saturé de vapeurs de méthylchloroforme, observa que l'action de ce composé était moins rapide que celle du chloroforme. Rabuteau conclut de cette expérience que le méthylchloroforme n'est pas appelé à remplacer le chloroforme, parce qu'il agit plus lentement et qu'il semble moins inoffensif (²).

» On remarquera que les animaux dont s'est servi Rabuteau ne conviennent pas pour juger de la valeur d'un anesthésique destiné à l'homme. Le chien se prête mieux aux expériences de ce genre, bien qu'il résiste moins que l'homme quand on se sert de mélanges non titrés : les accidents sont, comme on sait, très fréquents dans les laboratoires et dans la pratique vétérinaire lorsqu'on emploie le procédé de l'éponge et de la muselière.

» P. Bert a montré que l'excitation réflexe violente produite par le contact d'air trop chargé de vapeurs de chloroforme peut déterminer un spasme mortel des premières voies respiratoires.

» D'autre part, on sait maintenant que l'un des dangers, le plus grand peut-être, dans l'administration du chloroforme, c'est qu'en raison de la forte tension de sa vapeur il tend à saturer rapidement l'air ambiant. Un mélange à 25 pour 100 tue un chien en cinq minutes, tandis qu'un mélange à 8 pour 100 lui permet de résister une heure.

» Ces causes d'accident sont très atténuées, sinon évitées, avec le méthylchloroforme qui bout à 75°, alors que le chloroforme bout à 61°.

(¹) *Progrès médical*, p. 955; 1883.

(²) Rabuteau, *Traité de Thérapeutique*, p. 1208; 1884

» D'une part, l'évaporation se faisant plus lentement, on n'est pas exposé avec ce corps aux brusques changements de titre du mélange qui surviennent sous les moindres influences avec la compresse, et l'air contient toujours une proportion relativement faible d'agent anesthésique.

» D'autre part, l'odeur du méthylchloroforme, que nous avons préparé à l'état de pureté, est suave, non pénétrante et suffocante comme celle de l'éther ou du chloroforme. Ses vapeurs ne sont pas irritantes comme celles de ce dernier liquide, qui incommodent non seulement le patient, mais encore l'opérateur et les aides. Il brûle difficilement, et, à cet égard, il ne présente pas les dangers de l'éther. Il agit aussi rapidement, sans donner lieu, chez le chien du moins, à cette salivation abondante qui est accompagnée souvent de vomissements muqueux chez l'homme.

» L'action du méthylchloroforme est progressive et la période d'agitation a été nulle ou à peu près chez nos animaux en expérience.

» Dans les quatre expériences que nous avons faites, le sommeil s'est produit en cinq ou six minutes et l'anesthésie complète en sept ou huit minutes. La respiration, un peu accélérée avant la résolution musculaire, devient bientôt calme et régulière; elle se maintient telle pendant toute la durée du sommeil. Le réveil complet se produit une ou deux minutes après la cessation des inhalations. Les animaux paraissent gais au réveil et acceptent très rapidement du sucre et de l'eau qu'ils boivent avidement.

» Chez les chiens de 4^{kg} à 5^{kg} une quantité de 15^{cc} à 20^{cc} est suffisante pour maintenir la résolution musculaire pendant une heure, si l'on se sert de la muselière à éponge, qui entraîne une perte considérable de vapeurs anesthésiques chassées par l'expiration.

» Nous n'avons pas prolongé l'anesthésie au delà d'une heure. La température s'abaisse au bout d'une heure d'inhalation continue de 3° à 4°.

» Sauf la lenteur un peu plus grande avec laquelle se produit l'anesthésie par le méthylchloroforme, ce qui ne constitue pas, selon nous, un inconvénient, cet anesthésique nous paraît présenter, au moins chez le chien, une supériorité incontestable sur le chloroforme.

» Avant de tenter un essai sur l'homme, il est nécessaire de faire de nouvelles expériences, cette fois avec des mélanges parfaitement titrés. Nous ferons connaître prochainement les résultats de ces recherches complémentaires, ainsi que ceux de nos expériences en cours d'exécution, et relatives aux autres dérivés chlorés de l'éthane [1]. »

---

[1] Faculté des Sciences de Lyon.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action du régime lacté sur l'excrétion de l'urine.* Note de M. Chibret.

« Au cours de longues études entreprises pour étudier les variations physiologiques de l'urée, j'ai constaté nettement les faits suivants :

» Examinant au moyen de l'hypobromite de soude les urines excrétées quotidiennement par deux personnes, avant, pendant et après une diète lactée rigoureuse de deux mois, j'ai été frappé d'une énorme augmentation du chiffre de l'urée sous l'influence du régime lacté.

» Pour évaluer le quantum de cette augmentation, j'ai mis sous forme de courbes les chiffres fournis par les deux sujets ; j'ai comparé leurs courbes à la mienne, établie de même et prise comme étalon.

» En opérant ainsi, j'ai trouvé que, lorsque le régime lacté remplace complètement l'alimentation ordinaire, l'urée excrétée augmente de 60 pour 100 ; que lorsque le lait n'intervient que pour moitié dans l'alimentation, l'urée excrétée augmente de 35 pour 100.

» Comme l'un de mes sujets, un peu obèse, a diminué de poids, tandis que l'autre, maigre, engraissait sous l'influence du régime lacté, comme tous les deux ont fourni les mêmes résultats, il est impossible d'invoquer une dénutrition pour expliquer l'excès d'urée.

» Au reste, les augmentations ou diminutions de poids répondent surtout à des variations dans les réserves de graisse et de glycogène, et ont, par conséquent, peu d'influence sur l'excrétion de l'urée.

» L'augmentation considérable de l'urée par le régime lacté est digne de fixer l'attention du médecin et du physiologiste : malgré les bons effets du lait dans les maladies dyscrasiques dont le type est l'albuminurie, le médecin a jusqu'ici ignoré le mode d'action de cet aliment. Or, le physiologiste peut dès à présent prévoir que le lait modifie profondément la constitution de l'albumine du sang, et qu'il tend à y réduire la proportion des déchets azotés insuffisamment oxydés.

» Cette hypothèse pourra être facilement vérifiée sur les animaux.

» Une expérience tentée sur moi-même, mais insuffisamment prolongée, m'a donné des résultats positifs ; mais la durée de l'expérience a été trop courte pour entraîner la certitude. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Mesure des coups de vent. Manomètre à maxima.* Note de M. **Fines**, présentée par M. Mascart.

« La pression produite par l'effort du vent et principalement la violence de ses à-coups intéresse au plus haut point ceux qui l'envisagent du côté scientifique aussi bien que ceux qui s'en occupent au point de vue pratique; les architectes et les ingénieurs doivent tenir compte dans leurs projets de la force du vent pour donner à leurs constructions une stabilité suffisante.

» La force des plus grands coups de vent est peu connue ; on la déduit ordinairement de la vitesse moyenne pendant dix minutes, tandis que durant les tempêtes le vent peut souffler par rafales et par à-coups successifs instantanés et d'une grande violence.

» Les anémomètres de pression d'Osler ou de Jelineck seraient excellents pour obtenir directement cette mesure si les ressorts conservaient leur élasticité et si l'axe du vent restait toujours normal à la plaque dynamométrique; mais ces conditions sont loin d'être réalisables actuellement.

» Le moulinet de Robinson ne fait pas connaître exactement la vitesse, parce que la force du vent a pour effet de presser l'axe contre les couronnes qui le supportent ou de l'en arracher. Cet appareil cependant nous semble moins défectueux que les premiers, à la condition de bien graisser l'axe ou mieux de le munir de godets graisseurs et de le faire tourner dans des couronnes et sur des supports en agate.

» L'anémomètre multiplicateur, que M. Eugène Bourdon présenta à l'Académie des Sciences, le 30 janvier 1882, nous a paru préférable. Il inscrit d'une manière continue, sur une feuille de papier sans fin, toutes les variations de la force du vent en même temps que les changements de direction et l'heure.

» MM. Bourdon fils, reprenant les travaux de leur père, ont bien voulu tarer notre appareil au moyen d'une machine soufflante installée dans leurs ateliers. Ils ont déterminé la dépression manométrique, en centimètres de hauteur d'eau correspondant à la vitesse du vent en mètres par seconde, et la longueur de l'ordonnée tracée par l'enregistreur ; nous avons ajouté à l'anémomètre multiplicateur de Bourdon un *manomètre à maxima* pour vérifier les indications de l'enregistreur. A cet effet, nous avons construit

un manomètre à eau avec un tube de verre à fortes parois, de 4^m de longueur et de 6^{mm} de diamètre intérieur, plongeant dans un flacon rempli d'eau. Ce manomètre est raccordé à l'anémomètre par des tubes en cuivre, de sorte que les oscillations de la colonne manométrique sont synchroniques et proportionnelles à la succion produite au point d'intersection des ajutages convergents-divergents.

» Nous avions principalement pour but de connaître les maxima de dépression qui correspondaient aux plus forts coups de vent. Nous y sommes parvenus au moyen d'un flotteur en verre mince, surmonté d'un disque très léger en laiton qui a presque le même diamètre que le tube et qui pousse un index semblable à ceux des thermométrographes de Six et Bellini. Il suffit de lire sur l'échelle la hauteur du bas de l'index pour connaître la dépression correspondant au plus fort coup de vent et pour savoir si l'ordonnée tracée simultanément par l'enregistreur est exacte.

» L'épaisseur des parois du tube de verre ne permettait pas à un fort aimant, en fer à cheval et à trois lames, d'actionner l'index et de l'entraîner. En entourant le tube d'un anneau de fer doux, mobile et divisé en deux parties séparées par un anneau de cuivre, nous avons ainsi beaucoup augmenté le champ magnétique, de sorte que l'aimant mis en contact avec l'anneau peut entraîner l'index et le faire descendre ou monter à volonté.

» Le Tableau suivant contient le relevé des maxima absolus mensuels observés depuis le mois de décembre 1885. Nous avons ajouté une colonne pour la pression du vent correspondante et nous avons calculé celle-ci au moyen de la formule de Borda : $P = CV^2$. Nous avons adopté pour la valeur de C le nombre 0,1278 proposé par Athanase Dupré; ce coefficient représente très approximativement la moyenne de celui qu'avait indiqué Poncelet, 0,125, et de celui que plus récemment M. Desdouits a trouvé expérimentalement, 0,1296.

» Dans ce Tableau :

» La première colonne O fait connaître la longueur de l'ordonnée inscrite;

» La deuxième colonne D, la dépression correspondante observée sur le manomètre;

» La troisième colonne D', la dépression calculée d'après la longueur de l'ordonnée O;

» La quatrième colonne D — D', la différence entre D et D';

» La cinquième colonne V, la vitesse en mètres par seconde, calculée d'après O;

» La sixième colonne V', la vitesse moyenne mesurée simultanément avec le moulinet de Robinson, pendant dix minutes;

» La septième colonne V — V', la différence entre V et V';

» La huitième colonne P, la pression en kilogrammes par mètre carré de surface calculée d'après O.

Maxima absolus mensuels de la force du vent.

	Dates.	Heure.	Ordonnée inscrite O.	Dépression			Vitesse en mètres par seconde d'après			Pression en kg par mq P.
				observée D.	calculée D'.	Différence D − D'.	ordonnée V.	moulinet V'.	Différence V − V'.	
		h m	mm	cm	cm	cm	m	m	m	kg
1885. Décembre.....	30	22.32	59,3	158,0	153,0	+5,0	26,9	23,3	3,6	97,5
1886. Janvier.......	12	20.40	60,5	161,0	157,0	+4,0	27,2	18,3	8,9	98,0
Février.......	5	14.25	46,5	114,8	113,0	+1,8	23,3	18,3	5,0	72,0
Mars.........	6	14.00	76,0	214,0	210,0	+4,0	31,7	25,8	5,9	133,0
Avril.........	13	12.50	63,0	164,8	164,0	+0,8	28,0	22,5	5,5	103,0
Mai..........	3	1.15	38,3	96,0	91,0	+5,0	21,0	16,7	4,3	58,0
Juin	16	8.45	38,8	95,8	92,0	+3,8	21,2	16,7	4,5	59,0
Juillet	27	17.20	37,3	88,0	87,5	+0,5	20,6	14,2	6,4	56,5
Août.........	17	10.57	49,0	120,0	119,0	+1,0	23,9	17,5	6,4	76,5
Septembre....	25	6.50	26,0	61,1	58,5	+2,6	16,8	10,8	6,0	38,0
Octobre......	16	15.10	57,3	151,1	146,0	+5,5	26,3	20,0	6,3	93,0
Novembre	22	11.15	43,6	99,0	104,0	−5,0	22,6	17,5	5,1	67,0
Décembre.....	27	7.20	55,5	137,0	140,0	−3,0	25,9	21,7	4,2	90,0
1887. Janvier......	4	15.12	42,6	103,0	102,0	+1,0	22,1	20,0	2,1	65,0
Février.......	12	2.00	33,0	78,0	77,0	+1,0	19,1	15,8	3,3	49,0
Mars..........	16	14.00	63,0	159,5	164,0	−4,5	28,0	21,7	6,3	103,0
Avril.........	15	12.15	54,0	136,0	135,0	+1,0	25,4	20,8	4,6	87,0
Moyennes......			49,6	125,7	124,3	+1,4	24,1	18,9	5,2	79,1

» Ce Tableau montre que la différence entre la dépression observée et la dépression calculée d'après la longueur de l'ordonnée inscrite peut varier entre -5 et $+5^{\text{cm}},5$. La différence moyenne est de $1^{\text{cm}},4$ pour $125^{\text{cm}},7$, soit une erreur moyenne de 1,11 pour 100, ou bien une erreur moyenne de $2^{\text{m}},2$ pour une vitesse moyenne de $24^{\text{m}},1$ par seconde, ou enfin une différence de pression de $0^{\text{kg}},638$ pour une pression moyenne de $79^{\text{kg}},1$ par mètre carré, ce qui est presque négligeable.

» En terminant cette Note, je crois devoir indiquer le rapport qui existe entre les maxima absolus marqués par l'anémomètre de Bourdon et les plus forts maxima moyens déduits du nombre de tours du moulinet de Robinson, comptés simultanément, ce dernier instrument étant fréquemment employé et pouvant fournir des données utiles aux ingénieurs qui établissent généralement les calculs de résistance et de stabilité d'après

les plus fortes vitesses *moyennes* de préférence aux vitesses *absolues*. Les motifs de cette préférence tiennent à ce que la force du vent n'est pas uniforme et que, pendant les rafales, l'air se comprime en avant du corps, sert de matelas, forme ressort et diminue l'effet du choc.

» La moyenne des plus grandes vitesses marquées par le moulinet de Robinson est de $18^{m},9$ par seconde; elle est de $5^{m},2$ plus faible que la vitesse absolue indiquée par l'anémomètre de Bourdon, ce qui représente une différence de vitesse de 4,14 pour 100 ou une différence de pression de $3^{kg},760$ pour une pression de $79^{kg},1$ par mètre carré. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La période solaire, les essaims périodiques d'étoiles filantes et les perturbations magnétiques en* 1878. Note de M. **Ch.-V. Zenger.** (Extrait.)

« M. Wild, directeur de l'observatoire physique central de Pawlowsk, a eu la complaisance de m'envoyer le résumé des observations météorologiques et magnétiques de l'année 1878. En dépouillant les observations magnétiques, j'ai été surpris d'un accord, pour ainsi dire mathématique, entre les variations des éléments du magnétisme terrestre et la période solaire de $12^{jours},5935$ (durée d'une demi-rotation solaire); je viens soumettre à l'Académie cette comparaison; elle confirme, pour un lieu éloigné de Paris et pour une année bien antérieure à 1886, qui a fourni les résultats que j'ai fait connaître, le lien intime entre la rotation solaire et les perturbations magnétiques de l'observatoire du parc Saint-Maur.

» J'ai formé un Tableau où sont notés : les jours des demi-rotations solaires accomplies, les jours des passages des essaims périodiques, les dates des perturbations maxima magnétiques, c'est-à-dire des variations maxima en déclinaison et des variations maxima de l'intensité horizontale.

» On constate, d'après ce Tableau, qu'il y a une coïncidence très approchée entre les dates de perturbations magnétiques, les jours de la période solaire de $12^{jours},6$ et les dates du passage des essaims d'étoiles filantes périodiques.

» Il n'y a pas de coïncidence absolue pour les perturbations maxima de l'aiguille aimantée en déclinaison et en force horizontale; dans deux périodes de cette année, il n'y a pas de variation considérable de la déclinaison, tandis que la variation d'intensité de la force horizontale est très considérable : c'est le 6 juillet (jour de la période solaire, 8 juillet) et le

7 septembre (jour de la période solaire, 10 septembre; passage d'essaim périodique, 10 septembre).

» Ces résultats s'accordent avec ceux qui ont été tirés par M. Marchand des observations solaires de l'observatoire de Lyon et des observations faites aux magnétographes de l'observatoire du parc Saint-Maur; seulement on voit que les perturbations surviennent deux fois par rotation solaire accomplie; leur grandeur est assez variable, pour la déclinaison de 15′ à 83′, pour l'intensité de la force horizontale de 48 à 243 (milligramme-millimètre-seconde). »

M. de Lesseps présente, au nom de M. *Carl Hamm*, de Stockholm, une nouvelle matière explosible qui a reçu le nom de *bellite*.

Cette matière, formée de dinitrobenzol et de nitrate d'ammoniaque, ne fait pas explosion sans capsule fulminante. Elle peut être emmagasinée et transportée sans aucun danger. Dans l'emploi qui en a été fait dans les mines de fer suédoises, le poids de roches soulevées a dépassé tout ce qu'on avait obtenu avec les meilleures matières explosibles à base de nitroglycérine.

M. William Sutherland adresse une Note sur la température critique de l'acide carbonique.

M. Sutherland a été conduit par des considérations théoriques à admettre que la vraie température critique de l'acide carbonique est supérieure à 40°. Ce résultat confirmerait les expériences exécutées par Regnault sur la tension de la vapeur saturée de l'acide carbonique liquide jusqu'à 42°,5. Le désaccord avec la détermination faite par Andrews de la température critique à 31° ne serait qu'apparent et devrait être attribué à ce que Andrews a opéré avec un liquide contenu dans des tubes capillaires. L'auteur se propose de développer cette action perturbatrice de la capillarité.

M. J. Lelaisant adresse le tracé d'une courbe de forme elliptique qu'il a obtenue en prenant pour angles les déclinaisons annuelles de Londres-Greenwich et pour rayons vecteurs les cotangentes des inclinaisons annuelles correspondantes.

M. L. Tissier adresse la description d'un appareil qu'il a appliqué à la mesure de la force centrifuge.

M. **J. Delauney** adresse, de Saïgon, une Note sur la distribution géographique des volcans.

M. **E. Rinonapoli** informe l'Académie qu'il a traité avec succès deux cas de pustule maligne par des injections d'une solution éthérée d'iodoforme.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1887.

Manuel de Technique microscopique; par le Dr Paul Latteux. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Sur les sections des hélicoïdes à plan directeur. Mémoire manuscrit accompagné d'une planche, par Pierre Pécharman. (Renvoi au concours du prix Francœur.)

La mortalité de l'enfance à Marseille comparée à celle de la France et des autres nations; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1887; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

La syphilis et la prostitution dans leurs rapports avec l'hygiène, la morale et la loi; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1875; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

La syphilis et les assurances sur la vie. Paris, G. Masson, 1882; br. in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

La prostitution à Marseille; par le Dr H. Mireur. Paris, Dentu, 1882; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

Recherches sur la non-inoculabilité syphilitique du sperme; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1878; br. in-8°.

La pathologie des races humaines et le problème de la colonisation; par M. J. Orgeas. Paris, Doin, 1886; gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Étude historique et pratique sur la prophylaxie et le traitement du choléra; par le Dr H. Mireur. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Épidémie cholérique de Marseille (1884). *Rapport sur le fonctionnement du premier bureau de secours (Hôtel de Ville); par* le Dr H. Mireur. Marseille, Librairie marseillaise, 1884; br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Rapport général sur le fonctionnement des bureaux de secours municipaux pendant l'épidémie cholérique de 1885 *à Marseille; par* le Dr H. Mireur. Marseille, Typographie méridionale, 1885; br. gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix Bréant.)

Le goitre exophtalmique. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch. Liégeois. (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

Des causes et de la nature de l'angine de poitrine. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch. Liégeois. (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

Études sur la distribution de la chaleur et de la température à la surface du globe. Mémoire manuscrit, par Alfred Angot. (Renvoi au concours du prix Gay.)

Nouveau procédé de préparation de l'oxygène pour les applications médicales. Mémoire manuscrit, par le Dr Maurice Dupont. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Études sur les contractions astigmatiques du muscle ciliaire; par le Dr Georges Martin. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1887; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

De la contagion de la diphthérie et de la prophylaxie des maladies contagieuses dans les hôpitaux de Paris; par le Dr Gustave Lancry. Paris, Steinheil, 1886; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Contribution au traitement de la diphthérie. Mémoire manuscrit, *par* le Dr G. Guelpa. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Traité pratique des maladies des pays chauds; par le Dr Fernand Roux. Paris, G. Steinheil, in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

La circulation et le pouls, accompagné d'un Atlas de photographies; par le Dr Ch. Ozanam. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1886; gr. in-8°. (Renvoi au concours du prix L. Lacaze, Physiologie.)

Nouvelle méthode de sauvetage pour les navires défoncés par un abordage en pleine mer, un écueil ou une torpille. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch. Ozanam. (Renvoi au concours du prix extraordinaire de six mille francs.)

De l'influence du froid et de la chaleur sur les phénomènes chimiques de la respiration et de la nutrition alimentaires. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch.-E. Quinquaud. (Présenté par M. Brown-Séquard.) (Renvoi au concours de Physiologie.)

Étude chimique, physiologique et thérapeutique sur le peptonate de fer.

Mémoire manuscrit, par Maurice Robin. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches sur les échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère; par MM. Gaston Bonnier et Louis Mangin. 6 fasc. accompagnés d'une planche. (Renvoi aux concours de Physiologie.)

Histoire des droits d'entrée et d'octroi à Paris; par A. de Saint-Julien et G. Bienaymé. Paris, Paul Dupont, 1887; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

Théorie des explosions dans les canons et les torpilles; par A. Moisson. Paris, Baudoin et Cie, 1887; in-8°. (Renvoi au concours du prix extraordinaire de six mille francs.)

Pathologie du système nerveux périphérique; par MM. Pitres et Vaillard; 11 br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Lallemand.)

Nouvelle méthode de recherche de l'alcool amylique dans les alcools, eaux-de-vie, liqueurs, vins vinés et bières alcoolisées, au moyen de l'alcoolamylimètre. Mémoire manuscrit, par G. Bruel. (Renvoi au concours Montyon, Arts insalubres.)

Description sommaire de trois nouveaux appareils aérothérapiques. Mémoire manuscrit, par le Dr Ch. Breuillard. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Capacité et tension de la vessie; par le Dr L. Duchastelet. Paris, A. Lanier, 1886; in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoi au concours du prix Godard.)

Éléments de Médecine suggestive; par le Dr Fontan et le Dr Ségard. Paris, Doin, 1887; in-12. (Renvoi au concours du prix Chaussier.)

Recherches sur la famille des Volvocinées. Mémoire manuscrit, par P.-A. Dangeard. (Renvoi au concours Desmazières.)

Recherches sur les organismes inférieurs; par P.-A. Dangeard. Paris, G. Masson, 1886; br. in-8°. (Renvoi au concours Desmazières.)

Recherches sur le thapsia villosa *au point de vue botanique, thérapeutique et chimique.* Mémoire manuscrit, par MM. Édouard Heckel et Schlagdenhauffen. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Note sur un faux kola. — Nouvelles recherches sur le bonduc. — De la liane-bœuf, etc.; par MM. Édouard Heckel et Schlagdenhauffen. 6 br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Barbier.)

Traitement curatif de la Morue rouge dont l'ingestion occasionne de véritables empoisonnements. Mémoire manuscrit, par le Dr Édouard Heckel. (Renvoi au concours Montyon, Arts insalubres.)

On the Action of the excised mammalian heart; by Augustus D. Waller

and E. Waymouth Reid; br. in-4°. (Présenté par M. Brown-Séquard.) (Renvoi au concours Montyon, Physiologie expérimentale.)

Les peuplades de Madagascar; par M. Max. Leclerc. Paris, Ernest Leroux, 1887; br. in-8°. (Présenté par M. Grandidier.)

Guide pratique pour l'analyse chimique et microscopique de l'urine, des sédiments et des calculs urinaires; par le Dr L. Gautier. Paris, F. Savy, 1887; in-12.

Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires; par J.-C. Félix Guyon. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1885; gr. in-8° accompagné d'un *Atlas; par* F. Guyon et P. Bazy. (Présenté par M. Richet.)

Essai de Psychologie générale; par Ch. Richet. Paris, Félix Alcan, 1887; in-12.

Le ballon Capazza *et ses partisans; par* J.-E. Renucci. Ajaccio, 1887; br. in-12.

L'ouragan de juin 1885 *dans le golfe d'Aden* (second Mémoire); *par* le Vice-Amiral Cloué. Paris, Baudoin et Cie, 1887; br. in-8°.

Hydraulik und hydraulische Motoren, von Haton de la Goupillière. *Autorisirte Uebersetzung von* Viktor Rauscher. Leipzig, 1887; br. in-8°.

Sull' allineamento dei vulcani italiani, etc., dal Dr Leonardo Ricciardi. Reggio-Emilia, 1887; br. in-8°.

Contribuciones al conocimiento higienico de la ciudad de Buenos Aires; por el Dr Pedro N. Arata. Buenos Aires, 1886; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Aparato microfotografico; por el Dr Pedro N. Arata. Buenos Aires, 1885; br. in-8°.

Relacion de los trabajos practicados por la Oficina quimica municipal de la ciudad de Buenos Aires, 1885-86; *por* el Dr Pedro N. Arata. Buenos Aires, 1886-87; 2 br. in-8°.

Journal of the College of Science, imperial University, Japan. Vol. I, Part II. Tokio, Japan, 1887; br. in-4°.

Report of the commissioner of education for the year 1884-85. Washington, Government printing Office, 1886; gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 9 mai 1887.)

Page 1204, ligne 5, *supprimez le mot* quatre.